

DECHETS, POLLUTIONS, SANTE

TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR…

7ème EDITION (SEPT 2014)

MISE A JOUR ET COMPLETEE

Robert AFIF – Daniel HOULLE

DECHETS, POLLUTION, SANTE
Tout ce qu'il faut savoir…
(Mise à jour Sept 2014)

INTERNET :
Pour accéder aux différents chapitres du document
« DECHETS, POLLUTION, SANTE »
Consultez le site : www.dechetsdesmenages.typepad.fr
PUIS
Cliquez dans le sommaire sur le titre du chapitre qui vous intéresse
(Nombre de visites du site depuis ouverture : 60 600)

Vous souhaitez enrichir ce recueil, vous souhaitez réagir... n'hésitez pas à nous contacter :

robert.afif@orange.fr / daniel.houlle@orange.fr

SOMMAIRE

● MOT D'ACCUEIL
. Des propos basés sur notre expérience

PREMIERE PARTIE
● **HISTOIRE DU DECHET**
● Définition du déchet
● **LA PRODUCTION DES DECHETS**
● **LA PREVENTION**
○ Le gaspillage alimentaire
○ La collecte sélective
○ Les déchets particuliers : D3E, DIS…
○ Synthèse des actions de prévention prévues pour 2014-2016
● **LA GESTION FINANCIERE DES DECHETS**
● **LOIS ET REGLEMENTS : GRENELLE "1", PLAN DEPARTEMENTAL, CENTRES DE STOCKAGE, CLIS...**
● **LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL**

DEUXIEME PARTIE
LE RECYCLAGE, LES TRAITEMENTS, l'ENFOUISSEMENT
● **LE RECYCLAGE**
○ La collecte et la logistique
○ La pesée embarquée
○ Le centre de tri
○ Que deviennent les matériaux récupérés des déchets ?
● **LE RECYCLAGE SECONDAIRE DES DECHETS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES (D3E)**
● **LE RECYCLAGE SECONDAIRE DES PLASTIQUES**
○ Schéma possible pour le recyclage de polystyrène expansé
● **LES TECHNIQUES DE TRAITEMENTS DES O.M.**
● **LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 1 :**
○ Le compostage, le traitement mécano-biologique (aérobique)
○ L'unité de Launay Lantic
● **LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 2 :**
○ La méthanisation (anaérobique)
○ L'usine d'Amiens
○ Les combinaisons de technologies : La méthanisation et le compostage
○ Le complexe de Varennes Jarcy

○ Le « Biopole » d'Angers Loire Métropole
○ Unité de Lille Métropole
○ Propositions pour éliminer le plastique du compost
● **LES PROCEDES THERMIQUES :**
○ Composition d'une **U**nité de **V**alorisation **E**nergétiques (UVE)
○ Les différents types de fours
○ L'Incinération, la destruction des dioxines, les REFIOM, les mâchefers
○ L'Incinération, le point de la situation
○ La gazéification, la thermolyse, et la pyrolyse
○ La torche plasma
● **LES PROCEDES PHYSICO-CHIMIQUES**
○ La transformation de pneus en hydrocarbures, noir de carbone et production d'acier
○ La conversion de plastiques usagés en gasoil
○ Ethanol produite à partir de cellulose (déchets vert et déchets ménagers) aux USA
○ Ethanol à partir de déchets ménagers, process Ebengoa (Espagne)
○ « Méthalandes », la méthanisation industrielle s'installe dans le monde agricole
○ **Les procédés métallurgiques**
● **L'ENFOUISSEMENT**
○ Une déchetterie moderne
○ Les ISDND ex CSDU
○ La rénovation d'une ISDND
○ Du carburant 100% méthane

TROISIEME PARTIE : LES POLLUTIONS
● **LA POLLUTION DE L'EAU DOUCE**
○ La pollution des cours d'eau et l'incidence sur les côtes
○ Les nitrates
○ Le fonctionnement d'une STEP classique
○ La « Phytoremédiation » par les plantes
○ L'unité de traitement de l'eau d'Honfleur
○ La vitrine de Vezins
○ Le traitement des eaux souterraines polluées
○ La féminisation des poissons mâles dans les estuaires des rivières
○ Les recommandations de l'Académie Nationale de Pharmacie
● **LA POLLUTION DES MERS**
● **LA POLLUTION DES SOLS**
○ La réhabilitation des sites pollués
● **LA POLLUTION DE L'AIR**
○ Informations sur l'évolution des GES (Gaz à Effet de Serre)
○ Les gaz à effet de serre et le bilan carbone
○ Le trou d'ozone en Antarctique
○ La pollution de l'air de source anthropique
○ La pollution en France : Rapports détaillés (Annexe 6)
● **LES POLLUTIONS CHIMIQUES**
○ Destruction des abeilles par les pesticides
○ Raisons diverses de surmortalité des abeilles (dont frelon asiatique)
○ Utilisation du chlorodécone aux Antilles
○ Le PCB
○ ***Voir suite en quatrième partie***

QUATRIEME PARTIE : POLLUTION ET SANTE
● **TECHNOLOGIE ET SANTE**
Pour plus de renseignements consultez les références bibliographiques
● **LES DECHETS DE MEDICAMENTS ET DE SOINS**

● **L'ELIMINATION DES DECHETS DE SANTE**
● **L'ECOTOXICITE DES TECHNOLOGIES THERMIQUES**
○ La contamination de produits consommables
○ Les dangers des composants aromatiques polycycliques
○ Les catastrophes liées à la pollution par dioxines
○ Etude INVS concernant les cancers à proximité des UIOM
○ Les effets sur la santé animale et humaine des éléments traces métalliques (ETM)
● **METAUX ET METALLOÏDES**
○ Les composés organiques traces (COT) et les organismes pathogènes
● **LES NANOTECHNOLOGIES**
● **LE BISPHENOL « A » (BPA) : UN RISQUE ALIMENTAIRE**

● **CONCLUSION**
● Abréviations, Glossaire, Bibliographie
● Annexes
○ 1. Site d'information « Que faire des déchets »
○ 1.2 Part de la Prévention et part de la gestion des déchets
○ 2. Liste des installations de stockage de déchets dangereux
○ 3. L'aptitude de quelques végétaux à accumuler des ETM
○ 4.Concentration habituelle et valeurs règlementaires des dioxines dans divers aliments
○ 5.Configurations des chaînes des principaux composés organiques
6. La pollution de l'air en France : La situation actuelle
● Remerciements
● Encouragements et commentaires
● Abréviations, Glossaire, Bibliographie

● **MEMOIRE D'ACTUALITES**
○ Art et incinération
○ Taux de valorisation des déchets municipaux des pays européens.
○ L'incinération : toujours des dérapages
○ Procès de la pollution de l'incinérateur de Gilly-sur-Isère (Albertville).

● CV de l'auteur et du responsable de la communication et du site internet

MOT D'ACCUEIL

La première version de ce document a été publiée en Août 2008.
Il a été rédigé à la suite de nombreuses visites de sites de « traitements des déchets » et depuis enrichi par une recherche bibliographique permanente.

Il est également consultable dans son intégralité sur le site internet :
www.dechetsdesmenages.typepad.fr

La pollution n'a pas de frontière. Au-delà du problème des déchets ménagers et assimilés, les sujets des pollutions de source anthropique de l'air, de l'eau et du sol, ainsi que ceux des gaz à effets de serre et celui du trou d'ozone en Antarctique sont évoqués.
Les rapports entre « technologie et santé » sont développés parce que cela concerne la vie.
Des chapitres sont consacrés aux nanotechnologies, aux problèmes des micropolluants pharmaceutiques présents dans l'eau, à la concentration de plastiques dans les océans et aux rejets dans la nature d'excédents chimiques tels que les pesticides et les nitrates et phosphates.
Notre document contient une mine d'informations. La meilleure récompense pour le travail accompli est le nombre de visites enregistrées sur le site (plus de 60 000 à ce jour).
Notre site vous informe régulièrement sur des sujets d'actualités. Par ailleurs, nous nous efforçons de tenir à jour les informations contenues dans ce recueil afin de coller aux évolutions.
L'expérience que nous avons acquise a une vocation informative. Nous nous gardons de toute attitude militante en faveur ou en défaveur de telle ou telle technique ou pratique.
Elus ou citoyens, consultez les sujets qui vous intéressent, chaque chapitre étant accessible séparément.
N'hésitez pas à le faire connaître et à envoyer le lien à tous ceux qui vous paraîtront susceptibles d'être intéressés ; à nous faire part de vos remarques et vos propositions d'améliorations. Nous vous remercions par avance de l'accueil que vous voudrez bien lui réserver.

Quelques réflexions préliminaires tirées de notre expérience

Sans entrer dans des polémiques, il est impossible de se priver d'incinération pour la destruction de déchets sanitaires ou chimiques dangereux. Mais pour les déchets ménagers est-il nécessaire de brûler des matières alimentaires inévitablement mêlées à du plastique pour créer les dangereuses dioxines, qu'il faut ensuite détruire. Intellectuellement cela est peu satisfaisant et économiquement une aberration, puisque des incinérateurs sont nettement plus chers que des méthaniseurs.
En revanche, le procédé de méthanisation doit être conçu correctement !
Les unités de méthanisation précédées d'un tri sélectif intégré et dont elles sont tributaires sont une catastrophe. Le plastique en vrac doit être évité. Si le plastique est présent il est nécessaire de le diminuer pour éviter de le déchiqueter (système marteaux par exemple), ce qui coûte cher en remplacement de pièces dû à l'usure, ou dans le cas des BRS (Biological Revolving System : tube rotatif avec couteaux incorporés), des torons se forment au sein des tubes ce qui occasionne des arrêts chroniques de l'installation.
A titre d'exemple, dans l'usine d'Angers avec BRS, ceux-ci ont été ouverts jusqu'à deux fois par semaine (bonjour les odeurs !) pour retirer des torons de plastique, ce qui rend impossible l'opération en continu de l'installation qui a coûté 65 millions d'euros.

Le schéma que nous préconisons, c'est la séparation des unités de tri sélectif de celle de la méthanisation avec alimentation directe de cette dernière en matière organique, et subsidiairement à partir de l'unité de tri débarrassée de la majorité du plastique.
Bien entendu, cela implique une modification du système de collecte.
Nous estimons l'interdiction totale en France des sacs plastiques à usage unique à partir de Janvier 2016 comme une réelle avancée. La qualité du compost sera nettement améliorée par l'utilisation de sacs biodégradables pour l'emballage des fruits et légumes.

En ce qui concerne l'enfouissement, la création de nouveaux sites devient de plus en plus contestée par de futurs riverains. Nous suggérons plutôt la réhabilitation de ces anciennes décharges. Certaines pourraient être de véritables mines d'or (voir le chapitre sur « L'Enfouissement »).
Le méthane récupéré en aménageant les sites en « bioréacteur » permet actuellement à NCI dans la Sarthe de produire de l'électricité qu'ils vendent à EDF, et à Veolia en Seine et Marne, de produire de l'électricité et du carburant (éthanol) pour ses voitures de service.

INTRODUCTION

Le Grenelle de l'environnement a eu le mérite de mettre autour de la même table des organisations qui refusaient de s'adresser la parole. Aujourd'hui les différents acteurs du monde des déchets poursuivent le dialogue au sein du Conseil National des Déchets (CND), de la Commission d'Harmonisation et de Mutualisation des Filières (CHMF) de collecte sélective et de leur ramification.
Certains piaffent toujours d'impatience sur l'absence de résultats, et cela nous incite à rappeler que « lois et décrets » doivent être décortiqués par le Conseil d'Etat avant leur promulgation et que ce processus prend parfois un certain temps. Alors patience, le Grenelle est la vitrine de la protection de l'environnement de la France, une vitrine garnie d'ambitions que beaucoup de pays nous envient. Traduire des objectifs en réalisations est un motif de fierté supplémentaire. Cependant, Il appartient au Ministère de l'Environnement de se pencher en permanence sur la cohésion du système et d'accélérer le processus de traduction des discussions en réalisations.

Les programmes de réduction des déchets
Il y a des améliorations incontestables : plus de carcasses de voitures dans le paysage, un nombre de décharges sauvages drastiquement réduites mais pas totalement éliminées, l'ensemble du territoire couvert par le système de recyclage, une communication de prévention plus affirmée et surtout une prise de conscience citoyenne qui se répercute sur les décisions des collectivités territoriales et les pousse à innover et chercher des solutions plus écologiques et plus économes des deniers publics.
D'indéniables progrès dans la gestion des déchets ménagers et assimilés par les collectivités territoriales ont pu être constatés en termes de service rendu, de réduction des nuisances, et plus généralement de prise en compte des objectifs environnementaux fixés aux plans européen et national. Mais ces progrès ont un coût et les dépenses restent encore très peu maîtrisées, phénomène qui est compliqué par l'intervention de multiples opérateurs.
Actuellement, la population est desservie à 99% par une collecte séparée. Il reste 0,6 millions d'habitants dont la moitié dans les DOM – TOM qui ne bénéficient pas d'une collecte en porte-à-porte ou de points d'apport volontaire. Par ailleurs, sur certains territoires les moyens de la collecte restent à compléter pour augmenter la participation de la population à cet effort, notamment dans les centres ville et en habitat collectif.
Cependant l'objectif du Grenelle de 75% de déchets recyclés en 2012 n'a pas été atteint. Les estimations du taux de recyclage en 2014 sont de l'ordre de 67%. La France est actuellement au milieu du peloton européen. Donc peut mieux faire !
Mais comment améliorer la situation ?
Un travail extrêmement important et utile est effectué par les services de l'Etat, l'Ademe, les Collectivités territoriales, les industriels, et les Associations de protection de la nature.
Les éco-organismes ont renforcé ces dernières années les actions pour identifier les non-adhérents au « Point Vert ». Par ailleurs, des modalités de contractualisation ont été développées pour s'adapter aux petits contributeurs. La part de tonnages d'emballages ménagers mis sur le marché et qui ne contribuent pas encore à ADELPHE ou ECO-EMBALLAGES est estimée à environ 5%. Elle concerne l'économat du petit commerce (emballages des produits conditionnés en magasin) avec essentiellement des emballages en papier carton et dans une moindre mesure en plastique.
Des travaux préparatoires à la mise en place de l'harmonisation des consignes de tri des emballages ménagers à l'horizon 2015, ainsi qu'au marquage de tous les produits recyclables, sont lancés.

Il ne faut plus que lors de déménagements la question se pose : Mais dans quelle poubelle faut-il que je mette mes déchets ? Une solution simple existe, la moins coûteuse : standardiser les couleurs des couvercles des conteneurs de collectes !
Et pourquoi ne pas utiliser des sacs de couleur identique pour des déchets similaires partout en France ?
Puis, soyons réalistes, indiquons les consignes de tri dans au moins une langue étrangère, dans les lieux publics fréquentés par des touristes.
L'amélioration de la gestion des déchets des BTP est en cours. Un objectif de recyclage de 70% doit être atteint d'ici à 2020.
Dans le cadre du programme d'économie circulaire, doté d'un budget de 250 millions d'euros, un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) a été lancé début Juin 2011. Il vise à soutenir le développement d'innovations et de solutions industrielles afin d'augmenter la réutilisation, le recyclage et la valorisation, y compris énergétique, des matières issues des déchets.
Dans la première édition de notre ouvrage (2008) nous avions déjà fait état du fait que les éco-organismes devaient ristourner aux collectivités et aux contribuables les sommes correspondant aux efforts qui leur étaient demandés. Aujourd'hui, ce même son de cloche est repris par d'autres, ainsi AMORCE réclame une réforme de la gouvernance d'Eco-emballages.
Les aides accordées aux Collectivités en 2012 se sont élevées au total à 550 millions d'euros et devraient atteindre 603 millions d'euros en 2014. Le ministre Philippe Martin, prédécesseur de Ségolène Royal, a rappelé que ces hausses devaient contribuer à relever le taux de recyclage.
« Pas sûr que cette enveloppe suffise ». Mais il ne faut pas crier au loup trop tôt !
Le traitement des déchets en France est devenu un business avec d'énormes budgets à la clé.
« Pas sûr non plus » que cette énorme machine à mille pattes rende au pays les services qu'elle mérite, au juste prix. Les énormes écarts de « coût par habitant » sur des territoires voisins témoignent qu'une meilleure gestion est possible.
Nous suggérons plus de transparence dans l'information sur la gestion des déchets par la publication sur internet d'indicateurs clés sélectionnés par l'Ademe avec obligation à des secteurs qui se côtoient de donner des explications claires sur des écarts constatés : coûts, état de l'outil de collecte et de traitement, perspectives. Bien entendu, cela fera apparaître des faiblesses, et mettra à jour la nécessité d'ajustements.
Nous estimons que le mouvement de mutualisation doit s'accélérer. L'époque où chaque collectivité pouvait s'approprier un projet comme « avoir SA piscine » est révolue.
La mise en place de la redevance incitative pour couvrir l'ensemble du territoire est indispensable, mais nous reconnaissons qu'il peut y avoir quelques exceptions où il faudrait commencer par maîtriser les frais fixes. Il nous semble pertinent que les collectivités qui traînent les pieds pour mettre en place ce système, parfois légitimement, expliquent les motifs de leur refus d'être en harmonie avec la loi.
Le citoyen ne peut comprendre pourquoi « plus il trie, plus il paie ». Il faut arriver à admettre que certains finissent par se décourager et développent des attitudes d'indifférence. Supposer que tous les citoyens ont le même regard sur la nécessité d'une collecte optimale des déchets relève de l'utopie.
Suite à un appel de candidature lancé par Eco-emballages, 51 collectivités représentant 3,7 millions d'habitants se sont engagées sur 2012 et 2013 dans une expérimentation de tri élargie à l'ensemble des plastiques (sans les films plastiques sur certains territoires). Les enseignements de cette expérimentation complétés par d'autres études menées en parallèle devaient permettre en 2014 de déterminer les modalités du déploiement des résultats sur l'ensemble du territoire national.
Y aurait-il des grains de sable dans la machine ?

Les filières REP (Responsabilité Elargie du Producteur)

La mise en place de filières REP est un incontestable succès.

Elles viennent d'être l'objet d'un rapport parlementaire de 120 pages élaboré par le Ministère de l'Ecologie et l'Ademe.

Elles ont été créées à partir du principe « pollueur-payeur », mais aujourd'hui certaines sont créatrices de richesses et ne devraient plus compter sur des subventions issues de la doctrine. Ces sommes pourraient être plus utilement utilisées pour promouvoir la collecte sélective et l'éco conception.

Il faut donc se pencher sur le problème de leur optimisation économique.

A ce titre nous poserons quelques questions pour stimuler la réflexion quant à leur avenir :

- Faut-il persévérer dans le choix de filières spécialisées : sont-elles trop nombreuses ?
- Certaines peuvent-elles être regroupées pour leur donner des assises financières plus solides ?
- Est-il nécessaire d'avoir plusieurs intervenants par filières pour stimuler la concurrence ?
- Une logistique par filières est-ce vraiment nécessaire ?
- Le rôle des Collectivités doit-il se limiter à transférer la matière première des centres de tri aux filières REP, ou peuvent-elles étendre leurs actions pour assumer des partenariats dans la valorisation de certains produits récupérés du déchet ?
- Faut-il exercer plus de contrôle sur les REP et ont elles des statuts et des organisations leur permettant de se développer à l'exportation ? Sont-elles suffisamment informées par les producteurs de modifications dans leur production et de l'incidence des volumes et qualités des déchets produits ?

L'industrie des déchets en France est trop fragmentée ! Des regroupements seraient un atout pour faciliter, à l'exportation, ce savoir-faire Français.

Il faut accélérer la collecte séparée des déchets organiques partout où cela est possible. Des grandes villes comme Milan l'appliquent avec succès. Surprenant dans un pays où la référence dans ce domaine c'est Naples gérée par la Mafia !

Le public français doit être informé, formé et éduqué pour réduire le gaspillage de la matière organique nécessaire pour enrichir une terre qui s'appauvrit.

Des travaux sont en cours au niveau européen pour définir des critères de sortie du statut de déchet des composts pour mieux valoriser les déchets organiques.

Le biogaz issu de la méthanisation est maintenant considéré comme une source d'énergie.

Il faut sensibiliser davantage sur le gâchis alimentaire et faire des propositions pratiques pour sa maîtrise.

Les plans de gestion des déchets régionaux doivent comporter des programmes de prévention ambitieux afin qu'ils deviennent de véritables feuilles de route pour la gestion des déchets destinées à réduire les flux stockés et incinérés.

Malheureusement l'Etat n'a jamais contraint les collectivités à respecter ces objectifs !

Il ne faut pas pour autant baisser les bras !

L'Audit de la Cour des Comptes (303 pages)

Les conclusions

Les insuffisances relevées dans le présent rapport tiennent principalement à un mauvais pilotage de la gestion des déchets, que ce soit au niveau national, départemental ou local. Les acteurs locaux ne sont pas véritablement responsables de la mise en œuvre de la politique définie par les plans départementaux. Si des objectifs relativement clairs et précis sont annoncés, leur réalisation n'est pas contraignante et leur suivi est déficient, ne serait-ce que parce qu'il n'existe pas

d'indicateurs complets de gestion, de coûts et de résultats permettant une véritable transparence dans l'information accessible aux usagers.
La planification départementale (régionale en Ile-de-France) n'a pas comme finalité de lutter contre les incohérences de l'organisation territoriale et ne constitue pas non plus un levier efficace pour résorber les carences en exutoires qui obligent encore à transporter les déchets parfois très loin de leur lieu d'origine, avec un coût environnemental très élevé.
Les installations de traitement sont désormais aux normes - c'est le cas notamment pour les incinérateurs -, mais elles sont encore mal réparties et les projets nouveaux se heurtent à la résistance d'une population très sensible aux nuisances qu'ils sont censés occasionner.
C'est pourquoi, il convient d'améliorer l'efficience et l'efficacité des politiques menées par les collectivités territoriales et leurs groupements compétents pour la gestion des déchets ménagers et assimilés en visant prioritairement une meilleure couverture du territoire en exutoires et des progrès significatifs en matière de recyclage, cela en maîtrisant les coûts et en associant tous les acteurs à la réalisation des objectifs.

L'Etude « UFC Que Choisir »
L'étude menée par l'UFC-Que Choisir sur 150 collectivités confirme les dires du rapport de la Cour des Comptes qui a pointé la dérive des coûts de gestion des ordures ménagères par les collectivités. Elle est défaillante et trop chèrement payée par les consommateurs.
La TEOM, qui concerne 89% de la population, a progressé dix fois plus vite que le gisement de déchets. Le durcissement de la réglementation n'y est pas étranger, ni la hausse de la taxe sur le stockage des déchets, devenue TGAP, qui a décuplé en 15 ans. Mais, « ce durcissement ne saurait à lui seul expliquer une hausse de plus de 4 milliards d'euros de la TEOM en moins de 20 ans ». Ce qui fait dire à l'UFC que *« les collectivités pilotent sans instruments de bord* ».
Une étude est à réaliser par la Commission d'Harmonisation et de Médiation des Filières (CHMF) pour la mise en chantier d'un observatoire national des financements du service public de gestion des déchets.
Pour nous il s'agit de mettre en place des critères de comparaisons simples pour améliorer les performances des collectivités. Nous constatons peu de progrès dans ce domaine !

L'Economie circulaire
Dans le cadre du programme d'économie circulaire, doté d'un budget de 250 millions d'euros, un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) a été lancé début Juin 2011. Il vise à soutenir le développement d'innovations et de solutions industrielles afin d'augmenter la réutilisation, le recyclage et la valorisation, y compris énergétique des matières issues des déchets ! Ces projets tardent à se concrétiser.

La transition énergétique
L'ambition de ce projet se rapproche- t- il du zéro déchets ?
Nous rappelons que l'économie circulaire contribue à la compétitivité de la Nation.

Titre IV. – Lutter contre les gaspillages et promouvoir l'économie circulaire : de la conception des produits à leur recyclage.
Le titre IV encourage la lutte contre le gaspillage, la réduction des déchets à la source et le développement de l'économie circulaire qui innove dans la conception des produits et des matériaux, intègre en amont la prolongation de leur durée de vie et favorise le recyclage et les complémentarités entre entreprises qui font des déchets des unes la matière première des autres.
L'article 19 inscrit dans la loi l'objectif de transition vers une économie circulaire et décline celui-ci en objectifs quantifiés de prévention et de gestion des déchets, dont

le développement de la valorisation matière des déchets, de leur valorisation énergétique à défaut, et en conséquence la diminution de moitié à l'horizon 2025 des quantités de déchets mis en décharge.
Le I définit la notion d'économie circulaire, en précise la définition ainsi que les notions-clés associées.
Le II fixe des objectifs concrets en matière de prévention et de gestion des déchets qui sont le reflet d'une vision transversale de l'évolution des pratiques de gestion des déchets à l'horizon 2020 et 2025. Les grands principes de la hiérarchie des modes de traitement des déchets issue de la directive cadre 2008/98/CE sont réaffirmés, leur contenu est précisé et des objectifs quantifiés y sont ajoutés (**prévention des déchets, valorisation matière, tri à la source des biodéchets, tarification incitative, valorisation des déchets du BTP, réduction de la mise en décharge, valorisation énergétique).**
Il fixe par ailleurs des objectifs ambitieux : réduire de 50 % les quantité de déchets admis en installation de stockage en 2025, valoriser 70 % des déchets du BTP à l'horizon 2020, augmenter la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation matière à 55 % en 2020 et 60 % en 2025.
Le III inscrit formellement la notion d'économie circulaire dans le code de l'environnement.
L'article 20 ancre l'économie circulaire dans la transition énergétique, en affirmant et définissant de manière plus précise le principe de proximité dans la prévention et la gestion des déchets, prévu par la directive-cadre sur les déchets, en définissant le principe d'autosuffisance, également prévu par la directive-cadre sur les déchets, qui veut que **chaque territoire assure autant que possible l'élimination des déchets non valorisables qu'il produit. Enfin, cet article définit la transition vers l'économie circulaire comme un des principes-clés de l'application de la loi concernant les déchets.**
L'article 21 indique plus spécifiquement que les éco-organismes des filières à responsabilité élargie du producteur (REP) de gestion des déchets pourront avoir recours à des incitations financières proportionnées afin de favoriser la gestion des déchets à proximité. Ce point sera néanmoins à déterminer au cas par cas dans les cahiers des charges desdits éco-organismes pour chaque filière.
L'article 22 généralise à tous les produits l'interdiction de discrimination à l'encontre des matières issues du recyclage. Cette interdiction s'appliquera à l'ensemble des matériaux, sans distinction de catégorie. Des matières répondant aux normes en vigueur pourront être utilisées dans les domaines de la production d'énergie par exemple.
Il ancre aussi l'économie circulaire dans la transition énergétique, en permettant une meilleure valorisation des déchets de bois.
Enfin, il abroge l'article L. 541-39 du code de l'environnement, dont les dispositions sont devenues sans objet.

NOTRE CONTRIBUTION

L'information publiée a été analysée et vérifiée.
C'est une tentative de traiter le sujet dans son ensemble, basé sur le « cycle de vie des produits », de l'extraction des matières premières jusqu'à l'enfouissement des déchets ultimes.
Cette synthèse n'est certainement pas exhaustive. Nous souhaitons simplement partager l'expertise que nous avons acquise pour aider les décideurs et tous ceux que le sujet intéresse à progresser dans leur réflexion.

Nous tenons à préciser que ce document n'a aucun but lucratif.

Nous ne sommes pas à l'abri d'erreurs de jugements.
Au cas où un auteur estimerait que sur un sujet particulier, nous aurions porté atteinte à ses droits d'auteurs, nous sommes disposés, sur demande, à modifier notre texte.
Il faut être conscient que l'élimination des déchets fait appel à des procédures de prévention et à une industrie complexe à part entière. Cela implique des rigidités, des routines, des évolutions qui doivent prendre en compte le temps « économique » qu'il s'agisse des investissements ou des amortissements …
Avec le « Grenelle de l'Environnement » et le volet déchets du projet de « Transition énergétique » la France a des ambitions en matière de prévention, de recyclage et de traitement des déchets.
Cependant, le pays ne diversifie pas les techniques d'élimination des « ultimes » toxiques. Les stockages de quantités illimitées de REFIOM demeurent hasardeux pour les générations futures. Ils devraient être valorisés dès que les conditions économiques sont réunies ou détruits par torche plasma et non pas partiellement immobilisés et conservés dans du ciment. Le laxisme en matière d'analyses des mâchefers d'UIOM (incinérateurs) est une atteinte à la santé publique, l'absence d'intérêt pour les techniques développées à l'étranger, de conversion de plastiques et des pneus usagés en éthanol ou gasoil, est préoccupante.

Ce document est axé sur le Développement Durable.
Le principe implique la protection de la biodiversité. Cela entraîne une maîtrise de l'utilisation des produits chimiques dans la nature.
En matière de réduction de déchets cela consiste à introduire le concept de l'écoconception dans la production, à encourager le principe « consommer moins, et consommer mieux », et à adapter les comportements au quotidien.
Il n'y a pas une solution universelle au problème des déchets, mais « des » solutions, avec des implications économiques et sanitaires différentes.
Un principe doit prévaloir : ne pas faire compliquer lorsqu'on peut faire simple, ce qui veut dire qu'il faut privilégier la prévention et le recyclage avant d'opter pour des traitements industriels coûteux, dont l'ampleur des investissements dépend des quantités et de la qualité des flux résiduels.
Chaque citoyen, chaque collectivité, doit choisir ses moyens d'agir, en évitant les attitudes passionnelles qui caractérisent les débats sur ce sujet.
En matière de traitement des déchets, il ne faut pas oublier qu'il existe une hiérarchie économique. La prévention et le recyclage sont une priorité. L'incinération est généralement plus coûteuse en investissements et en frais d'exploitation que les procédés biologiques.
L'enfouissement est parfois source de gâchis et peut provoquer des problèmes environnementaux qu'il faut par la suite maîtriser.
<u>Rien n'est gratuit !</u>
L'acceptabilité sociale des procédés est un des éléments à prendre aussi en considération. Les problèmes sanitaires liés aux rejets de produits chimiques

polluants dans l'atmosphère, l'eau et les sols doivent faire l'objet d'études permettant de sortir d'un état de suspicion et de méfiance.
Par ailleurs, il n'est plus acceptable que des drames humains liés à des problèmes industriels aient comme conséquences des transferts de coûts importants vers la Sécurité Sociale. La pollution sérieuse de notre environnement rend nécessaire que la Médecine Environnementale intègre les cursus de nos facultés.
Le système de gestion des ordures en France et à l'étranger fait appel d'abord à «l'éco-citoyenneté».
Cependant, dans la cité contemporaine il semble difficile d'atteindre le «Zéro déchet» en comptant exclusivement sur la bonne volonté du citoyen. Cette notion décriée comme théorique a une valeur pédagogique. L'expression « *le meilleur déchet est celui qui n'existe pas »* décrit une situation de zéro déchet.
Le recyclage complet des matières premières dans les déchets aurait pour résultat un minimum d'extraction et zéro déchet enfoui. La substitution aux produits toxiques de produits non toxiques dans la production de biens destinés à la consommation, ferait qu'il y aurait zéro déchet polluant nuisible à la santé et à l'environnement.
Ce sont des situations vers lesquelles il faut tendre, et dont l'efficacité peut être améliorée par le système incitatif qui consiste à appliquer le principe : « *Plus je trie, moins je paie »*.
La loi votée par le Parlement incite les collectivités à mettre en place ce dispositif.
Mais pour que cela marche partout, les moyens mis à disposition des collectivités par Eco-emballages doivent être en rapport avec les moyens dont cet organisme dispose.

En cas de difficultés, il est toujours possible de faire appel à l'Ademe !

DECHETS, POLLUTION, SANTE
Tout ce qu'il faut savoir…

PREMIERE PARTIE

- **HISTOIRE DU DECHET**
  - Définition du déchet
- **LA PRODUCTION DES DECHETS MENAGERS**
- **LA PREVENTION**
  - Le gaspillage alimentaire
  - La filière sélective
  - Les déchets particuliers : D3E, DIS…
  - Synthèse des actions de prévention prévues pour 2014-2016
- **LA GESTION FINANCIERE DES DECHETS**
- **LOIS ET REGLEMENTS : GRENELLE "1", PLANS DEPARTEMENTAUX, CENTRES DE STOCKAGE, CLIS…**
- **LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL**

HISTOIRE DU DECHET

- Bref aperçu historique
- L'exemple de Paris
- Définition du déchet
- Le cycle de vie des matières premières
- Classification des déchets

Pour cette présentation nous avons repris deux documents excellents émanant du «Syctom de Paris» et de l'Université de Grenoble (exposé de M. Fromageau)

Introduction

(Extrait document Syctom de Paris)

Longtemps les hommes ont confié à la nature le soin de digérer leurs déchets. Ce qui ne pouvait être utilisé pour nourrir les animaux de basse-cour et les porcs était enfoui, brûlé ou servait à faire de l'engrais. Mais, avec le développement de l'urbanisation, le cycle naturel a été rompu.

Et, pendant près de 1 000 ans les hommes ont vécu dans des villes dont la propreté et l'hygiène étaient proches de celle d'une porcherie. Les ordures de chacun étaient tout simplement jetées ou entassées sur la voie publique.

Il faut attendre le siècle dernier pour que l'hygiène publique devienne une véritable préoccupation. Les réseaux d'eau potable et de tout-à-l'égout font alors, peu à peu, leur apparition. Dans le même temps, la quantité de déchets difficilement biodégradables augmente. Elle est liée à la fabrication de produits de synthèse faisant appel à des matières chimiques.

Les grandes agglomérations se sont organisées pour lutter contre la prolifération des détritus. On en trouve trace dès le Moyen Age, avec la publication de décrets royaux demandant aux habitants des villes de transporter les immondices hors des enceintes de la Cité.

- **Bref aperçu historique**

Déchets et santé publique

« Le déchet existe depuis l'Antiquité. D'ailleurs lorsque l'on visite une galerie de vases grecs au Musée du Louvre, en fait on regarde des vases qui ont été reconstitués et que l'on a retrouvés dans d'anciens sites que l'on appellerait aujourd'hui des décharges.

Ces déchets de l'Antiquité jusqu'à un passé récent, on pourrait dire jusqu'à la loi du 15 juillet 1975, sont considérés comme des choses abandonnées. Il convient cependant de préciser que la question des déchets au niveau historique se pose dans des termes autrement moins importants qu'aujourd'hui.

Le déchet historiquement a sa place dans le déclenchement des épidémies et plus particulièrement dans le déclenchement de ce que l'on appelle sous un terme générique « des pestes ». La réglementation, pour l'essentiel, qui s'est constituée au cours des siècles a pour origine les règlements de peste ou les polices de santé. Ces déchets sont en général uniquement organiques. Il n'y a pas d'emballages et donc on jette peu. Cependant un certain nombre de ces déchets organiques posent des problèmes aux autorités et cela dès l'Antiquité. Par exemple les villes de Teotihuacan ou de Rome à l'époque d'Auguste, comptent 1 million d'habitants. Cela représente une quantité imposante de déchets organiques issus des fosses d'aisance ; l'absence d'égout rend le problème du traitement des déchets difficile à résoudre.

La ville antique et la ville de l'Ancienne France et du XIXème siècle sont des villes où beaucoup d'animaux sont accueillis. Il y a les chevaux bien sûr, les écuries, et tous les animaux que l'on amène vers les étals des bouchers car il n'y a pas d'abattoirs. Cela pose des problèmes très concrets de gestion des déchets dans nos villes antiques et qui nécessitent toute une série de réglementations visant à assurer un minimum de salubrité dans les rues. C'est là l'origine des services de voirie.

Se pose également le problème du traitement des déchets industriels annexes aux bouchers, d'autant plus que ces industries sont extrêmement polluantes. C'est une des questions sur lesquelles s'attardent les autorités qui ont en charge les problèmes d'hygiène jusqu'au XIXème siècle.
Dès le XVIIème siècle les autorités municipales se préoccupent de la pollution de l'eau et de l'air, on parle d'ailleurs plutôt de « corruption » à cette époque. Par exemple un traité de Police de la fin du XVIIème siècle consacre un livre entier à la police de santé. Pour l'auteur de ce traité, qui était un commissaire de police à Paris, le meilleur moyen de lutter contre la « corruption » était de régler le problème du ramassage des ordures en ville.

Déchets et économie

On a mis donc au point tout un système assez sophistiqué de gestion et de ramassage de ces déchets aussi bien pour les déchets ménagers au sens de la loi de 1975 que pour les déchets issus de l'artisanat. On constate que la cité médiévale et de l'Ancienne France, maîtrise relativement bien la question de la récupération et du recyclage des déchets. C'est un problème permanent qui se pose aujourd'hui : faut-il abandonner les déchets c'est-à-dire respecter la définition originelle de ce qu'est cette chose abandonnée, ou faut-il lui reconnaître une valeur économique ?
Il est un fait que depuis l'Antiquité certains types de déchets avaient une valeur économique, par exemple, il est impensable de jeter le fumier. Jusqu'à la fin du XIXème siècle il est systématiquement récupéré. Dans les villes traditionnelles il faut rappeler qu'il y a énormément d'animaux et par conséquent de déjections animales dont la récupération ne présente pas de difficultés. Le problème essentiel réside dans la modification de la composition des matières récupérées. Cette modification est perceptible à partir de la fin du XVIIIème siècle. A cette époque on utilise de plus en plus de verre. Le résultat est que cela pose un problème de tri sélectif complexe aux autorités de police. C'est d'ailleurs à partir d'une grande enquête sur la situation hygiénique de Paris, menée sous la houlette de Colbert en 1666, que l'on va créer le Lieutenant Général de Police qui n'est autre que le préfet de Police de Paris en 1800. Il avait à la fois les compétences du Préfet de Police et du Préfet de la Seine. La Police s'intéresse historiquement à la récupération, au recyclage et au traitement des déchets non seulement pour des raisons d'hygiène mais aussi pour des raisons de maintien de l'ordre public en général.
En effet les professions de la récupération ont de tout temps mauvaise réputation. Ce sont des gens louches, que l'on a du mal à maîtriser, dont les employés sont des gens « sans aveu » ainsi qu'on le disait dans le temps. Un problème d'ordre public se pose et qui justifie un contrôle très strict sur l'exercice de cette profession. En 1749 les récupérateurs sont soumis au port d'une médaille et l'on peut signaler qu'aujourd'hui encore les brocanteurs y sont soumis ainsi qu'à la tenue d'un registre de police. Il y a une constante tout à fait remarquable, car aujourd'hui on sait que les récupérateurs de vieilles voitures sont étroitement surveillés par la police pour éviter le trafic de voitures avec le tiers monde et avec les ex-pays de l'Est.

Traitement et gestion des déchets

Peu à peu on a essayé d'organiser la gestion des déchets en milieu urbain. Cependant un certain nombre de problèmes peuvent être évoqués et qui sont éminemment contemporains comme celui de l'éloignement des centres de traitement. Plus une ville s'agrandit, plus les problèmes de transport sont considérables et plus les difficultés de trouver des sites de traitement ou d'entrepôts ou de décharges sont difficiles à résoudre.
Il y a de véritables émeutes d'habitants, à Paris comme à Londres, qui refusent l'implantation de nouveaux sites. De même aujourd'hui les populations sont hostiles à l'implantation des futurs laboratoires de recherche pour l'enfouissement des déchets nucléaires. Cela rejoint un peu l'idée anglo-saxonne NIMBY (not in my back yard, « pas dans mon jardin »). Il y a une constante dans le comportement des habitants et l'on retrouve des dossiers dans les archives du XVIIème ou XVIIIème siècle, de

personnes qui protestent contre les projets d'implantation. On trouve aussi des interventions de notables qui s'étaient installés à un endroit et qui apprenant la création d'une décharge à proximité de leurs propriétés, usent de leur influence pour que la police retire le projet.
Avec la Révolution on pourrait croire que les choses vont changer. La gestion des déchets relève de l'administration municipale. On peut citer un décret important, celui de 1810 qui impose aux industriels de ne pas faire n'importe quoi. Les décharges sont soumises à ce décret.
Tout au long du XIXème siècle, les municipalités seront confrontées au gros problème de la gestion des déchets ménagers et industriels. Il est vrai que du fait de l'expansion économique, la règlementation, lorsqu'elle existe, est ineffective pour un certain nombre de raisons et plus particulièrement pour des raisons de coûts. La récupération, historiquement et c'est encore vrai aujourd'hui, est une affaire de coût. Chaque époque récupère un certain type de déchet qui deviendra un déchet inerte sans valeur économique à une autre époque. Cet élément est très important et il ne faut pas le perdre de vue.
La législation n'est pas modifiée considérablement jusqu'en 1975 car les déchets étaient l'affaire des communes et les industriels ne se préoccupaient pas des questions environnementales.
Ce n'est pas qu'à partir des années 60-70 que l'on prend conscience de l'ampleur du problème. Il faut dire qu'il existe un climat tout à fait intéressant au début de la décennie 1970 avec la conférence de Stockholm. Le problème d'environnement devient un problème mondial, en particulier en matière de déchets. Sous l'Ancien Régime on éloigne les déchets en fonction des vents dominants : le centre-ville est le producteur de déchets et l'on trouve les décharges au Nord, à l'Est ou au Sud et jamais à l'ouest à cause des odeurs.
Au lendemain de la 2ème guerre mondiale c'est un peu la même chose, les déchets les plus dangereux sont directement produits dans les pays en voie de développement et on les y envoie dans les pays non-développés. C'est une manière schématique de présenter la question, mais c'est l'une des raisons qui incite les pays développés à changer d'attitude.
Sur le plan juridique on va alors essayer de donner une définition du déchet, différente de la définition traditionnelle : le déchet étant une chose abandonnée volontairement, le propriétaire ne voulant pas le récupérer. »



Paris - Les quais de la Seine au XVIIème siècle (Musée Carnavalet)

o **L’exemple de Paris (extrait document Syctom de Paris)**

Eugène POUBELLE

En 1884, un préfet obligea les Parisiens à utiliser un récipient spécial pour déposer leurs ordures ménagères devant leurs portes, afin qu'elles ne soient plus éparpillées dans la rue avant d'être ramassées par les services municipaux.



Le Préfet Eugène Poubelle a laissé son nom dans l'Histoire.

Mais si la collecte municipale des déchets ménagers s'est peu à peu développée dès la fin du XIX^{ème} siècle dans les grands centres urbains, elle est restée pratiquement inexistante dans les communes rurales jusqu'à récemment. La gestion des déchets ne faisant pas l'objet d'une réglementation nationale, chaque commune s'organisait comme elle l'entendait.

Paris montrait la voie en organisant la collecte des déchets.

Les centres de traitement

Les déchets ou "gadoue" sont amenés dans des tombereaux (voiture en tôle tirée par des chevaux) dans les centres de traitement.



Collecte des ordures ménagères à Paris Tombereau système Rivière



Voiture spéciale pour la collecte d'ordures débris de paille, légume, emballages…) des halles centrales.

Paris disposait également de centres de traitement de déchets appelés « centres de broyage et d'incinération » particulièrement performants dès 1896.



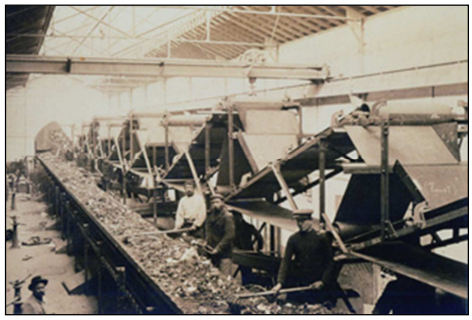
Usine de broyage et d'incinération de Saint-Ouen construite en1896



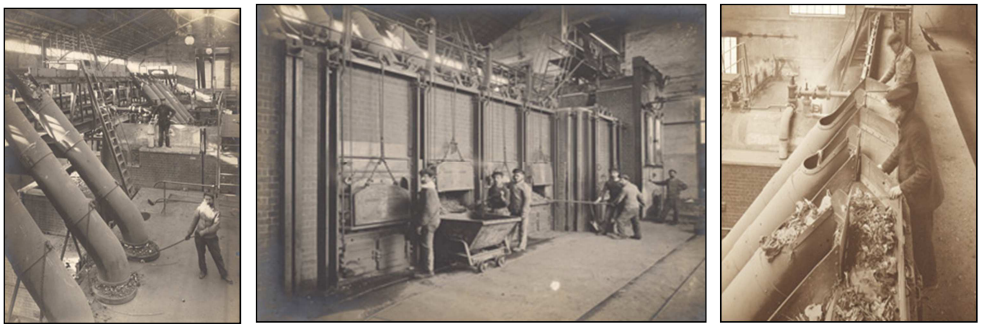
Usine de broyage et d’incinération d’Issy construite en 1904



Usine de broyage et d'incinération de Romainville construite en 1905



Hall des broyeurs à Vitry sur Seine : des ouvriers attirent la gadoue dans les trémies



Usine d'incinération d'Issy

Ces quatre usines de broyage (Saint-Ouen, Romainville, Issy et Vitry) permettaient d'obtenir à partir de « gadoue » broyée, un engrais appelé « Proudro » utilisé par les agriculteurs.
Les ordures ménagères qui ne peuvent être vendues à l'agriculture sont alors détruites dans le centre d'incinération, situé à proximité du centre de broyage, dans des fours et employées à la production de vapeur et d'énergie électrique.
La gadoue est acheminée par un transporteur et aiguillée par des ouvriers pour remplir les goulottes d'alimentation des fours. Quatre portes sont percées dans la façade de chaque four et permettent aux ouvriers d'opérer l'étalage de la gadoue et d'enlever les mâchefers.

Pour en savoir plus sur l'histoire du traitement des déchets dans l'agglomération parisienne vous pouvez consulter l'article paru dans la revue Techniques Sciences Méthodes - Mai 2005.

- **Définition du déchet**

(Extrait exposé de M. Fromageau de l'Université de Grenoble)
« Le sujet à traiter est immense. Il s'agit à la fois de décrire l'histoire du déchet, ce qui n'est pas le moindre des paradoxes car c'est surtout une question contemporaine, et essayer de faire le lien entre l'histoire des déchets et ce que l'on entend sur le plan juridique par déchet, notion qui me paraît être aujourd'hui une notion fourre-tout.
Le fait social
Le déchet est un fait social et même culturel puisqu'il y a des artistes comme César qui travaillent à partir des déchets. C'est aussi un fait retenu par la littérature. J'ai lu récemment deux romans, l'un d'un auteur Américain Stephen Dixon « Ordure » et l'autre d'un auteur tchèque Ivan Klima « Amour et Ordures ». Deux romans tout à fait surprenants, d'un réalisme que d'aucuns jugeront un peu excessif puisqu'il s'agit de décrire l'apocalypse qui ne saurait tarder par l'envahissement des ordures, une manière lucide et profonde d'envisager la fin du monde, l'homme ne faisant qu'un avec les immondices, écrasé sous les déchets. L'auteur américain nous dit qu'en fin

de compte les mexicains ont des vestiges et les américains ont des déchets. Le tchèque de nous dire que les ordures sont immortelles
«S'infiltrent dans les airs, gonflent les eaux, pourrissent, se décomposent, se changent en gaz, en fumée ensuite parcourent le monde et l'ensevelissent peu à peu».
Bref le déchet est un fait social et la progression extraordinaire de quantités de déchets produits en particulier dans les pays industrialisés, le montre bien. En France en 1960 on produisait 200 kg d'ordures ménagères par habitant et par an, en 1990 on produit 358kg d'ordures ménagères par habitant et par an, avec des écarts importants puisque Paris intra-muros produisait 535 kg par habitant et par an.
Est-ce à dire que le déchet est un problème spécifiquement contemporain ? Qu'il n'y avait pas de déchets dans les sociétés traditionnelles ? C'est une erreur de le croire. Il est intéressant de dépasser le stade historique pour montrer qu'il y a un certain nombre de permanence dans la manière dont les sociétés et plus particulièrement le Droit ont appréhendé la question des déchets.

Première définition légale
En droit positif la définition légale du déchet a été énoncée pour première fois par la loi du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et la récupération des matériaux. Cette définition est complexe car elle joint une définition physique et objective « tout résidu d'un processus de production de transformation, ou d'utilisation a une définition juridique et subjective, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble que son détenteur destine à l'abandon ».
Une autre définition nous est livrée par la Directive Communautaire 75/442 du 15 juillet 1975 et qui est fondée sur la technique du listage en tenant compte du principe de subsidiarité.
La juxtaposition de ces deux définitions n'allait pas sans poser des problèmes notamment concernant la notion fondamentale de déchet recyclable. Une interprétation stricte de l'abandon conduirait à dénier la qualité juridique de déchets à de tels objets et qui ainsi seraient soumis à des règles moins strictes. Le Conseil d'Etat en 1983 et la Cour de justice des Communautés Européennes en 1990 ont fait prévaloir une définition objective qui permettrait d'élargir le champ d'application de la loi, la rendant applicable même si le détenteur du déchet avait l'intention de le vendre en vue de son recyclage.

La loi de 1992
La définition de la loi du 15 juillet 1975 a été corrigée par la loi du 13 juillet 1992 relative aux déchets et aux installations classées pour la protection de l'environnement, et s'est vu ajouter deux nouvelles notions très spécifiques, c'est la nouveauté qui sépare notre droit positif de la tradition brièvement décrite plus haut. Il s'agit de la notion de déchet ultime et de la notion de déchets industriels spéciaux. Cette nouvelle définition mêle économie et écologie : c'est l'impossibilité technique ou économique de réduire le déchet en réutilisant sa part potentielle utile qui légitime son élimination. Le passage d'une catégorie c'est-à-dire le déchet tel qu'il a été défini par la loi de 1975 à l'autre, le déchet ultime est évolutif au gré de la technique et de l'économie.
On rejoint la définition de la Communauté Européenne qui fait entrer la notion de déchet recyclable dans la notion de déchet elle-même, en inventant une nouvelle catégorie de déchet ne pouvant être utilisé d'une façon ou d'une autre parce qu'il est trop polluant pour l'environnement.
Ces déchets ultimes résultent d'une opération de tri et de valorisation et de traitement des déchets comme par exemple les résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères, les boues solides issues de traitement physico-chimique d'un déchet industriel, le compactage etc. La prise en compte de cette notion de

déchet est liée à l'évolution de la notion des stations de mise en décharge qui à partir du 1er juillet 2002 ne pourront plus accueillir que des déchets ultimes. »

La problématique actuelle
En conclusion, on constate qu'aujourd'hui se pose un certain nombre de problèmes:
- Celui de la quantité des déchets : comment maîtriser le volume de plus en plus important des déchets ?
- Comment traiter économiquement la diversité des déchets ultimes déchets toxiques ?
- Que faire de nos déchets radioactifs ? Ce sujet n'est pas de notre compétence, mais nous ne pouvons le passer sous silence.

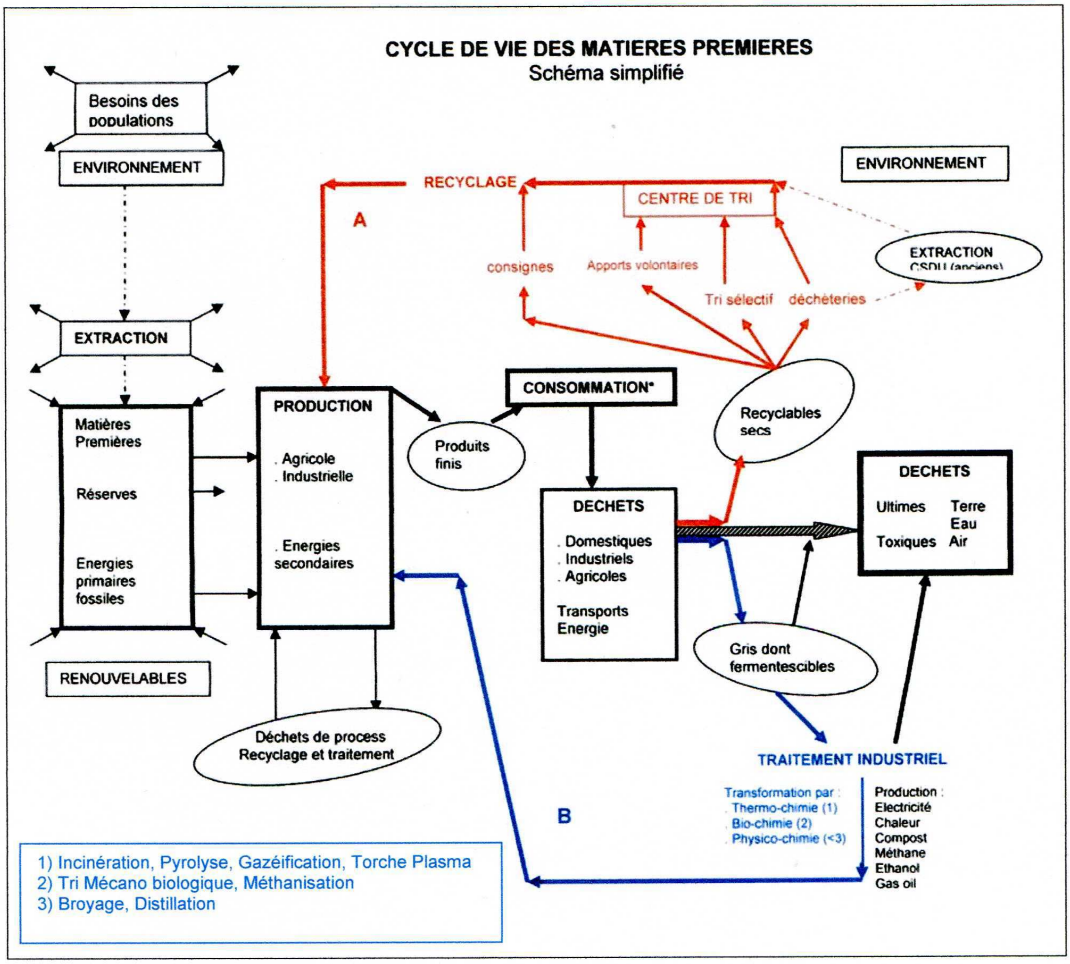
Qu'allons-nous laisser aux générations futures ?
Allons-nous leur laisser des ordures inertes comme les Romains nous ont légué le Montestacio qui est un tas d'ordures inertes de l'époque de la République Romaine, ou allons-nous laisser des déchets dont nous ne savons que faire et qui sont extrêmement dangereux pas seulement sur une génération mais sur une période allant de 10 à 20 000 ans ? Cela soulève le problème de l'irréversibilité des choix des filières retenues, comme le Parlement en a pris conscience lorsqu'il a adopté la loi du 31 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs. »

A l'issue du Grenelle de l'Environnement, il faut considérer les déchets comme une ressource (2009). Les flux prioritaires à la sortie du statut de déchets sont les métaux, les papiers cartons, les textiles et le verre.
L'obtention de statut de « produit » est un enjeu pour les professionnels du recyclage, dont la production bénéficierait d'une plus grande liberté d'échange et d'image sur les marchés. Les critères de sortie du statut de déchets devront être déterminés avec soin afin de s'assurer que les risques sanitaires et environnementaux sont pris en compte et maîtrisés.

- **Le cycle de vie des matières premières**

La production de déchets induit des coûts pour leur élimination que supporte le contribuable. Ces coûts peuvent être maîtrisés par une bonne gestion. La prévention à la source permet de réduire les frais de recyclage, et le recyclage permet de réduire les investissements et les frais d'exploitation du traitement et de l'enfouissement des déchets résiduels. Ce sont des boucles dans les flux du traitement des déchets sur lesquelles il est possible d'agir pour faire des économies, et simultanément réduire les pollutions qui menacent notre environnement.
Certains puristes pensent qu'on peut se dispenser des traitements industriels, notamment par l'utilisation du compostage artisanal pour éliminer les déchets résiduels. Sans entrer dans des polémiques, nous pensons qu'ils devraient être encouragés, car ils contribueraient à la diminution des déchets organiques, en particulier à la campagne. Cependant, nous craignons qu'en zone urbaine ces méthodes de bonne volonté soient difficilement applicables en raison de l'absence d'espaces pour réaliser ce type de projet, et de la pression de la vie quotidienne exercée sur des citadins qui vivent au rythme du « Métro, boulot, dodo ».

Le schéma ci-après montre que plus les besoins des populations augmentent, plus la pression sur l'environnement croît. Il en résulte une spoliation des matières premières qui se raréfient.



** En fonction du cycle de vie :*
- *Incinération, Pyrolyse, Thermolyse, Gazéification, Torche plasma (1)*
- *Tri-mécano biologique, Méthanisation (2)*
- *Broyage, distillation (3)*

En examinant la boucle **A >>DECHETS RECYCLABLES SECS, TRI EN CENTRE, RETOUR A LA PRODUCTION >>,** il paraît clairement que les déchets deviennent une ressource. Par voie de conséquence, les réserves en cours d'épuisement sont mieux gérées.
Il est également clair en examinant la boucle **B >>DECHETS GRIS (RESIDUELS)** dont FERMENTESCIBLES, TRAITEMENT INDUSTIEL, RETOUR A LA PRODUCTION >>, que sans transformation des déchets, les populations se privent d'une disponibilité d'électricité, de chaleur, de compost et d'une partie du méthane à multi-usage qui peut également servir de carburant.

Des études ont été menées pour fabriquer à partir de déchets de l'éthanol et du gasoil. L'envolée des prix de l'énergie permettra-t-elle l'industrialisation de ces procédés ?

Classification des grandes catégories de déchets
Cette classification a le mérite de rappeler que tous les déchets ne proviennent pas de la sphère de la vie privée et que le traitement des catégories est foncièrement très différent.
Actuellement, ils sont classifiés comme :
Des déchets ménagers et assimilés (DMA)

Ce sont les déchets appelés « ordures ménagères », produits par chacun d'entre nous et que nous jetons habituellement dans la « poubelle », **sauf consignes de tri**.

Des déchets industriels banals (DIB)

Il s'agit des déchets d'entreprises commerciales, artisanales et industrielles qui par leur nature et leur composition s'apparentent aux déchets ménagers. La loi considère qu'ils sont assimilables aux déchets ménagers et peuvent donc subir les mêmes opérations de valorisation et d'élimination.

Des déchets industriels spéciaux (DIS)

Ces déchets contiennent des éléments toxiques et représentent un danger pour la santé et l'environnement. Ils font l'objet d'une réglementation particulière et suivent des filières de collecte et de traitement spécifiques. Il est temps que dans le cadre de la réglementation européenne REACH (Registration, Evaluation, Autorisation of Chemicals), et nationale, des efforts débutent pour trouver des produits de substitution sans danger pour les êtres vivants. Ces recherches peuvent aboutir à des solutions qui seraient sur le plan économique, intéressantes pour les entreprises.

Des déchets inertes

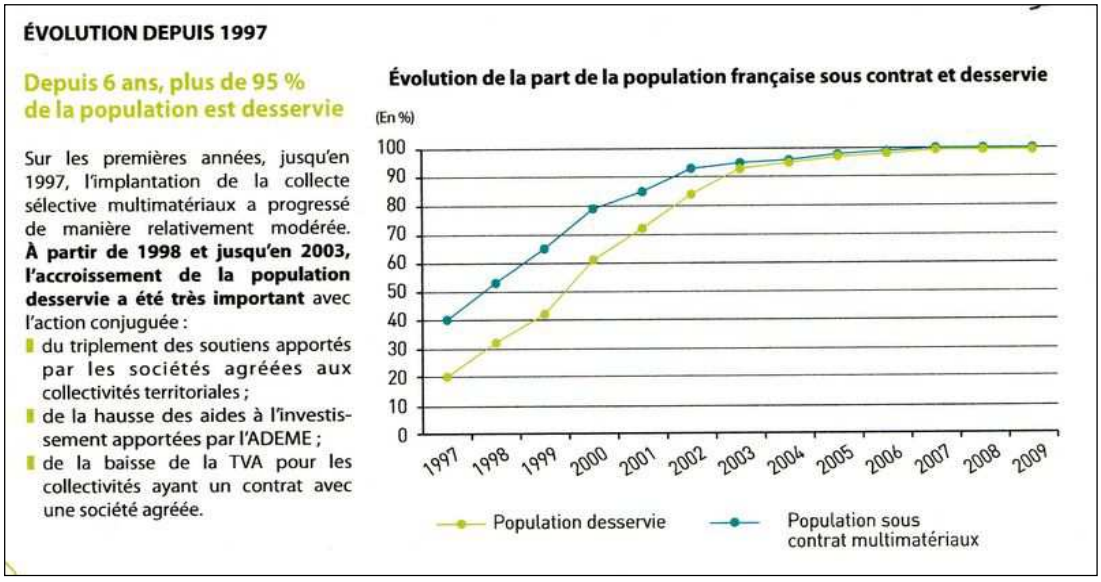
Comme leur nom l'indique ils ne se décomposent pas, ne se dégradent pas, et ne sont pas dangereux (il s'agit de gravats, blocs de bétons, terre, panneaux de vitres, etc.)

Le problème des déchets Importés

Les importations sont devenues une importante source d'emballages, et donc de déchets, parfois accompagnés par des parasites qui trouvent d'excellents terrains de reproduction dans le pays d'accueil. Des forêts entières de conifères sont condamnées au Colorado par la reproduction d'un coléoptère noir, le «black beatle» venu de Chine, et en France le frelon asiatique est une menace pour nos abeilles.

Des mesures sont indispensables (au niveau européen) pour réglementer les suremballages, et mettre en place des mesures sanitaires pour éviter des catastrophes écologiques.

Ce modèle exclusivement basé sur le civisme ne permet pas aux contribuables de pleinement récolter le fruit de leurs efforts pour le traitement de leurs déchets.



Source Ademe

LA PRODUCTION DES DECHETS MENAGERS

- Les déchets mondiaux
- La production française de déchets
- "Zéro déchets"

- **Les déchets mondiaux : les villes face à une forte hausse du coût de traitement des déchets ménagers.**



Afrique



Indonésie

WASHINGTON, le 6 juin 2012. Selon un nouveau rapport d'envergure sur la situation des déchets urbains solides dans le monde, la quantité d'ordures générée par les citadins va fortement augmenter d'ici à 2025. Ce volume passera de 1,3 milliard de tonnes par an aujourd'hui à 2,2 milliards, l'essentiel de la hausse provenant des villes à forte croissance des pays en développement. Le coût annuel de la gestion des déchets solides devrait atteindre 375 milliards de dollars, contre 205 milliards actuellement, et sa hausse sera plus vive dans les pays à faible revenu.

Le rapport, intitulé What a Waste : «A Global Review of Solid Waste Management », propose pour la première fois des données consolidées sur la production, la collecte, la composition et l'élimination des déchets solides urbains, par pays et par région. C'est en soi une prouesse car, comme l'explique le rapport, soit les données mondiales fiables sur ce sujet sont inexistantes, soit elles sont incomplètes, incohérentes et non comparables. Néanmoins, les auteurs du rapport annoncent une crise imminente du traitement de ces déchets à mesure que le niveau de vie augmente et que la population urbaine s'accroît.

« *Il est de plus en plus urgent d'améliorer la gestion des déchets solides, en particulier dans les villes en expansion rapide des pays à faible revenu* », a déclaré Rachel Kyte, vice-présidente pour le développement durable à la Banque mondiale. « *Les conclusions du rapport sont graves, mais elles laissent aussi espérer qu'une fois qu'ils auront pris conscience de l'ampleur du problème, les dirigeants locaux et nationaux, ainsi que la communauté internationale, se mobiliseront pour mettre en place des programmes de réduction, de réutilisation, de recyclage ou de récupération de la plus grande quantité de déchets possible avant incinération (et récupération de l'énergie ainsi produite) ou élimination d'une autre manière. La mesure de l'ampleur du problème constitue une première étape cruciale pour sa résolution* ».

Ce rapport note que la gestion des déchets solides ménagers est le plus important des services municipaux. Dans les pays à faible revenu, la gestion des déchets représente souvent le plus gros poste budgétaire pour les municipalités, et ce secteur est l'un des employeurs les plus importants. Une ville qui ne parvient pas à gérer efficacement ses déchets est rarement capable de gérer des services plus complexes, comme la santé, l'éducation ou les transports.

L'amélioration de cet aspect est l'un des moyens les plus efficaces de renforcer la gestion municipale dans son ensemble. C'est en Chine (devenue le premier producteur de déchets au monde en 2004, devant les États-Unis), et dans d'autres régions d'Asie de l'Est et dans une partie de l'Europe de l'Est et du Moyen-Orient que le volume de déchets augmente le plus vite. On constate des progressions similaires entre déchets, urbanisation et PIB : il existe en effet une corrélation directe entre le niveau de revenu par habitant dans les villes et la quantité de déchets générée. En général, lorsqu'un pays s'urbanise et que la population s'enrichit, la consommation de matières inorganiques (comme le plastique, le papier, le verre et l'aluminium) s'accroît, tandis que la part des matières organiques diminue.

« *Les chiffres en eux-mêmes ne sont pas très surprenants*, a indiqué pour sa part Dan Hoornweg, spécialiste principal du secteur urbain au sein du département Finance, économie et développement urbain de la Banque mondiale et co-auteur du rapport. *En revanche, lorsqu'on les additionne, on met au jour un problème relativement silencieux qui prend de l'ampleur chaque jour. Les problèmes liés aux déchets urbains solides vont être gigantesques, aussi importants, sinon plus, que ceux que nous connaissons actuellement en raison du changement climatique. Ce rapport doit être considéré comme un puissant signal d'alarme pour les décideurs dans le monde entier* ».

Pour les auteurs du rapport, si l'on veut résoudre ce problème de manière globale, il faut un plan intégré de gestion des déchets solides au niveau des villes. Ce plan doit impérativement s'appuyer sur une consultation et une participation de toutes les parties prenantes (groupements de citoyens et organismes au service des pauvres et des défavorisés). Il doit aussi nécessairement prendre en compte les aspects de santé publique et de protection de l'environnement. Le rapport énonce également des recommandations de politique publique visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à un traitement inefficient des déchets solides. Selon les estimations, les déchets de consommation représenteraient près de 5 % du total des émissions mondiales de GES, les décharges générant 12 % de la totalité des émissions mondiales de méthane.

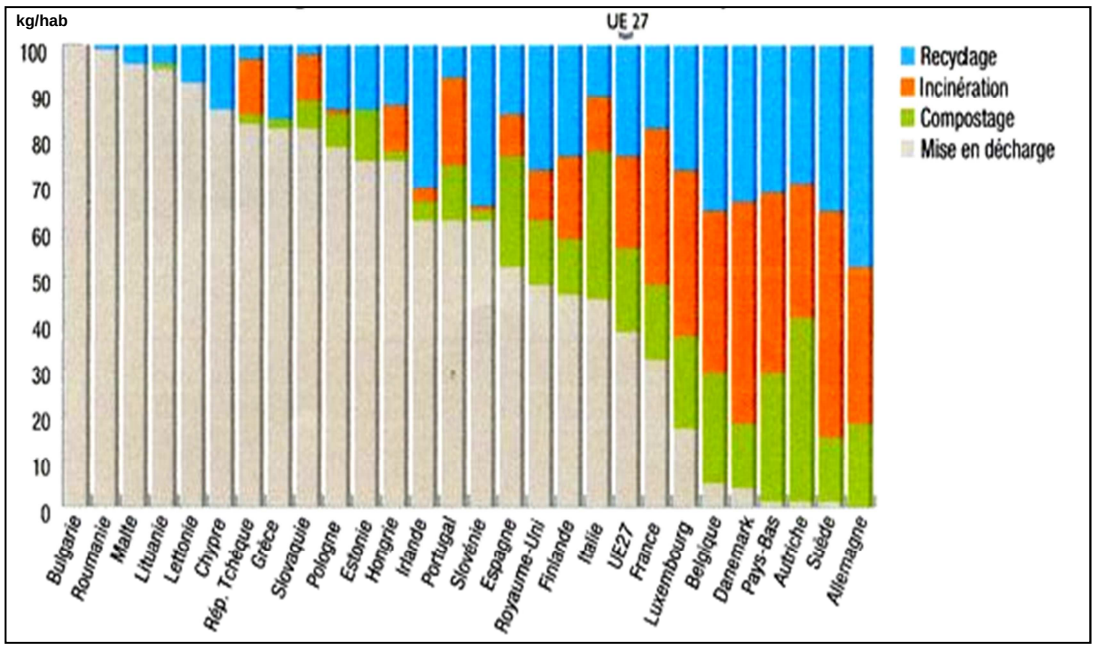
D'après le rapport, il existe un certain nombre de pratiques que la plupart des villes pourrait mettre en œuvre dans ce domaine :
. Informer la population sur les possibilités permettant de réduire la production de déchets et d'augmenter le recyclage et le compostage ;
. Instaurer des mécanismes de prix (taxes sur les produits, par exemple) afin d'encourager les consommateurs à réduire la production de déchets et à recourir davantage au recyclage.
. Mettre en place des redevances d'utilisation liées à la quantité de déchets, avec (par exemple : une taxe plus faible pour les consommateurs qui trient les produits recyclables et/ou définir des politiques d'achat et des prix préférentiels qui stimulent la demande de produits fabriqués à partir de déchets de consommation recyclés.

Pour voir le rapport (en anglais), allez sur : http://go.worldbank.org/BCQEP0TMO0

Le savoir-faire français est un atout à l'exportation dans un monde qui empile les déchets.

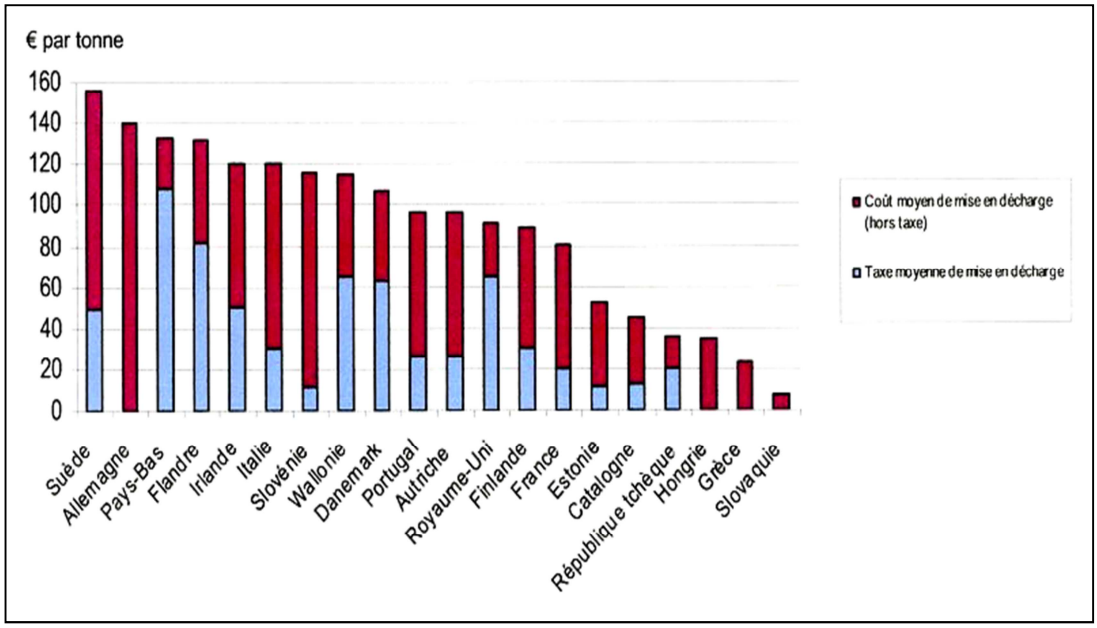
Les méthodes de traitement en Europe

- Méthodes de traitement des déchets ménagers municipaux –UE 27 en 2010 :



Dans ce graphique sont représentés les quatre principaux modes de traitement des déchets municipaux, mettant en évidence les orientations principales des différents pays constituants l'Union européenne, ainsi que la combinaison des modes de traitement. (source Ademe)

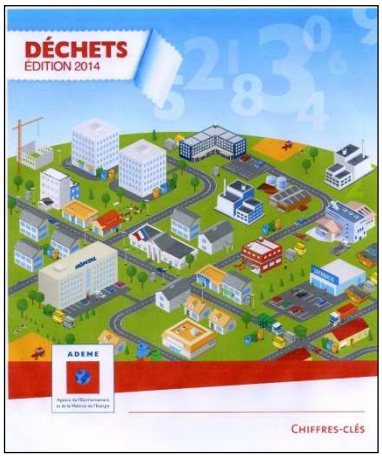
- Coût moyen de mise en décharge dans différents pays de l'Union Européenne :



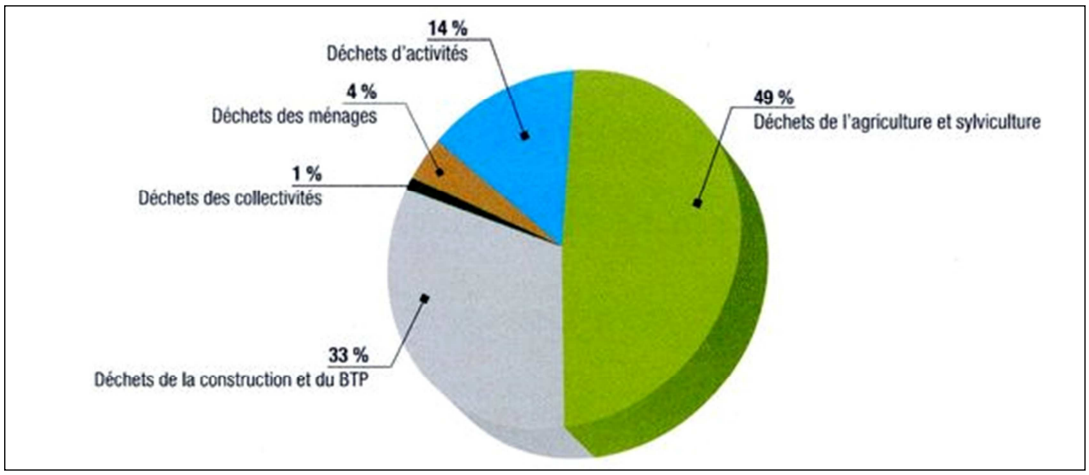
o **La production française des déchets**

Nous ne proposons qu'un éclairage de la situation actuelle et des tendances à venir. Pour plus de renseignements, consulter le site de l'Ademe et celui du Ministère de l'Ecologie.

Sur le site de l'ADEME, dans la rubrique "déchets", vous pouvez consulter le document "chiffres-clés" dont nous ne donnons ci-après que quelques éléments.



Production de déchets par émetteur en 2010



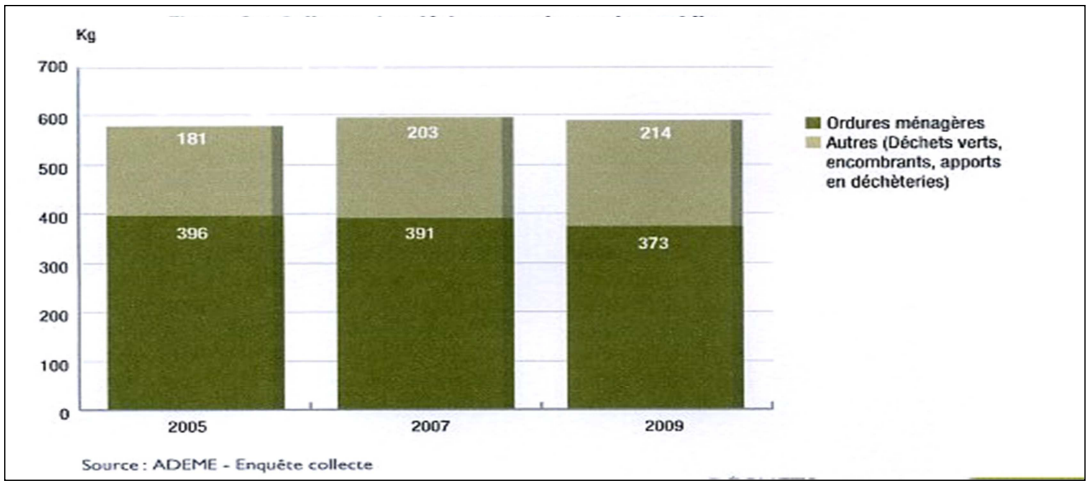
Les déchets de l'agriculture sont importants, mais la majeure partie (les déjections animales) est valorisée au sein des exploitations productrices par un retour au sol.

Article L.2224-13 et 14 du code générale des collectivités territoriales
Les communes et leurs regroupements doivent assurer la gestion des déchets produits par :
- Les ménages
- Les Municipalités (voiries, espaces verts..)
- D'origine artisanale ou commerciale ayant les mêmes caractéristiques que les O.M.

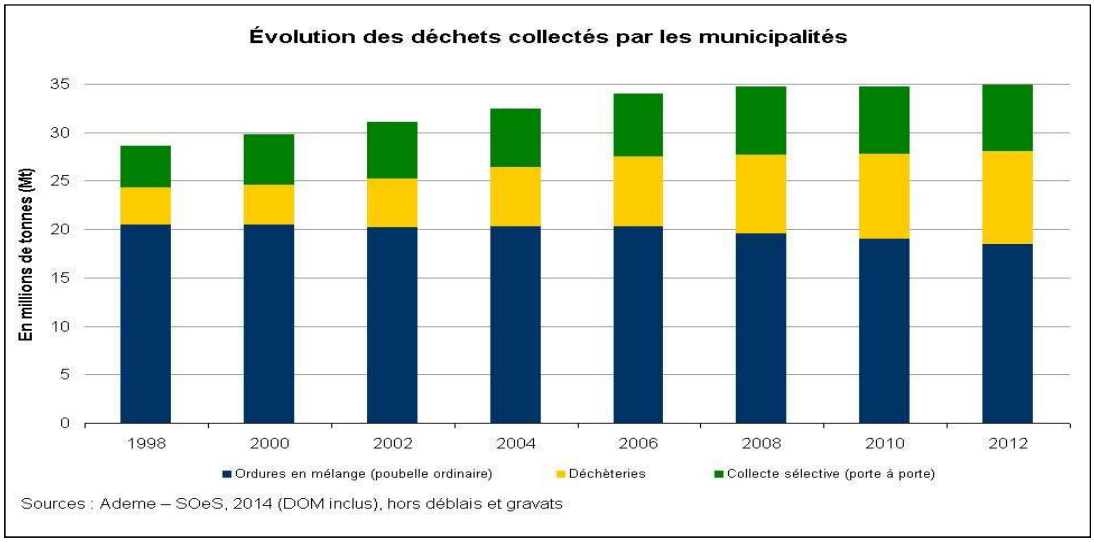
Production par habitant

Année :	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Kg/hab. :	486	493	500	508	519	530	536	543	541	535	533	538	534

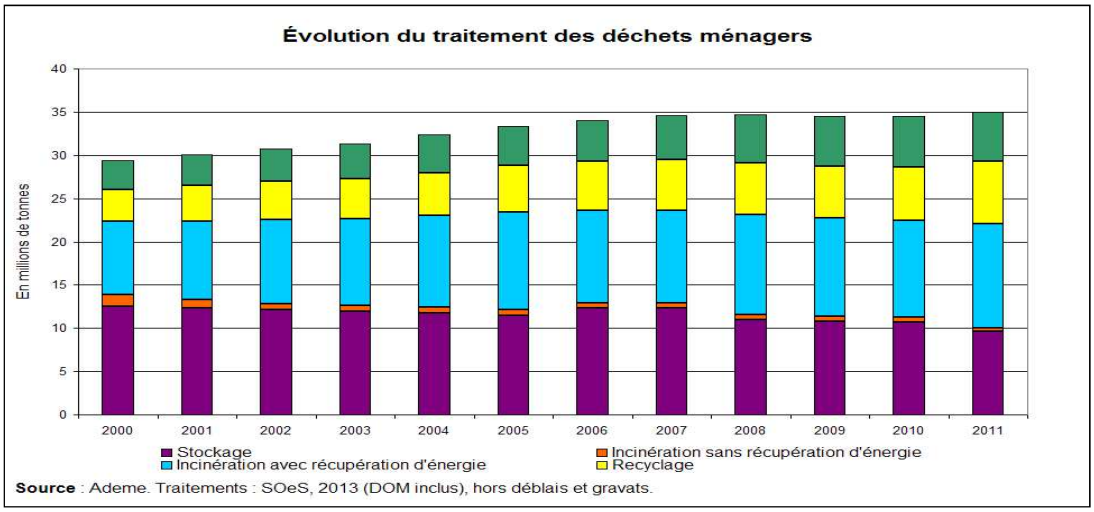
Après une hausse régulière, la production de déchets municipaux par habitant s'infléchit, passant de 543 kg en 2007 à 534 en 2012 (35 Mt, hors déblais et gravats). Dans l'intervalle, la collecte des ordures ménagères résiduelles (en mélange) passe de 315 à 283 kg par habitant. Celle des emballages et des déchets verts représente près de 5 Mt chacun. La plus forte augmentation provient des apports en déchèteries, avec 2 Mt supplémentaires collectées sur les trois dernières années. Cette destination représente aujourd'hui le tiers des déchets municipaux collectés.



Collecte des déchets par le service public

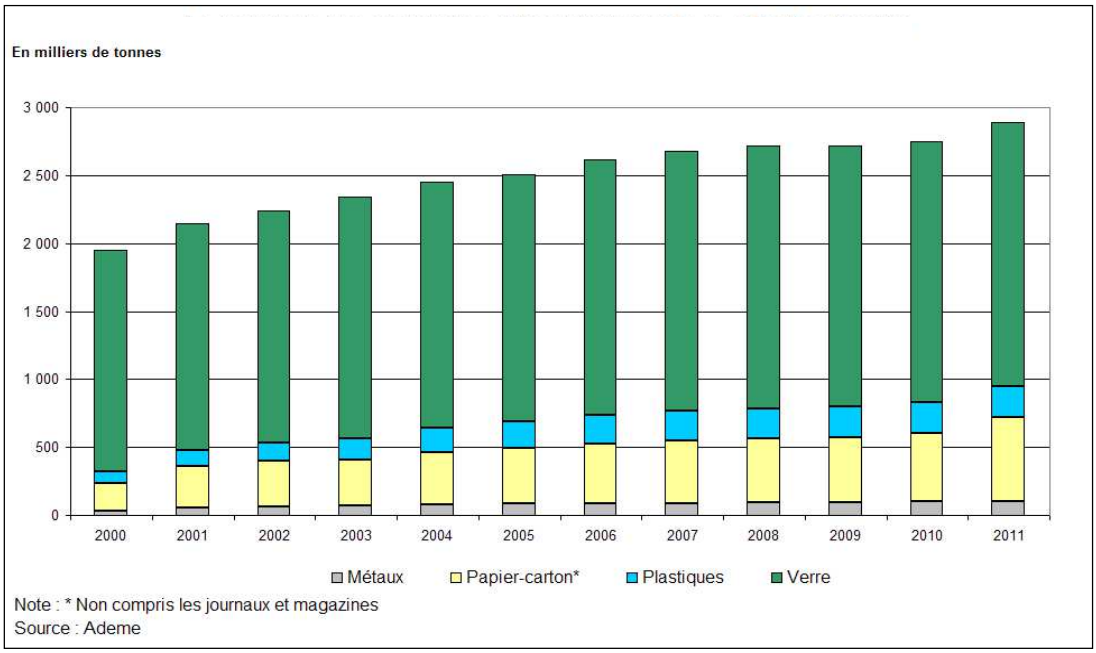


Ordures ménagères en mélange

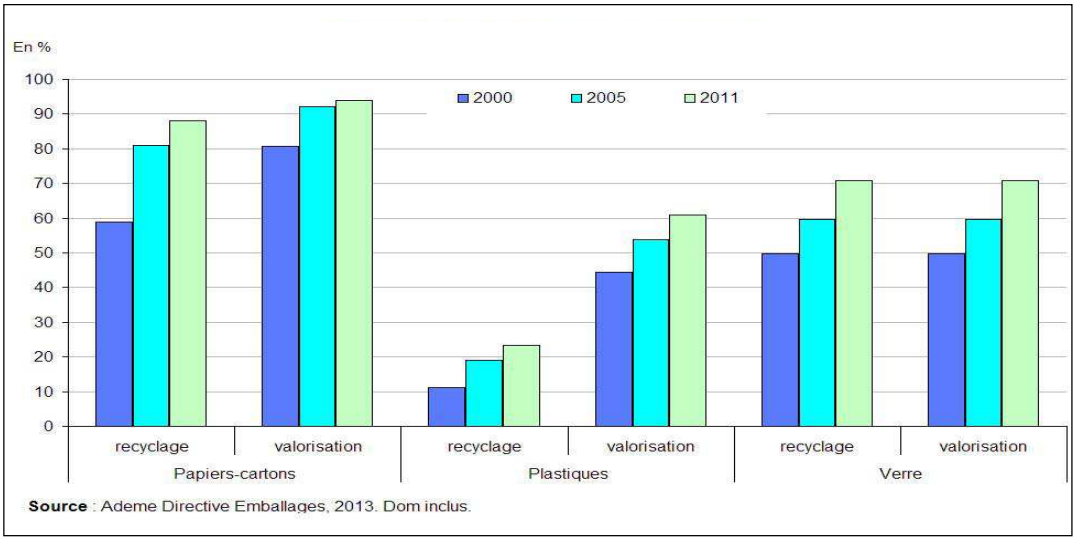


Evolution du traitement des déchets ménagers

La mise en décharge (stockage) des déchets municipaux baisse tendanciellement de 43% en 2000 à 28% en 2011. L'incinération avec récupération d'énergie reste stable avec près du tiers des déchets traités. La matière organique valorisée (en vert) augmente de 5 points pour atteindre 16,3%. Les matières recyclées passent de 12,5% en 2000 à 20,6% en 2011.



Le recyclage des emballages ménagers issus de la collecte sélective

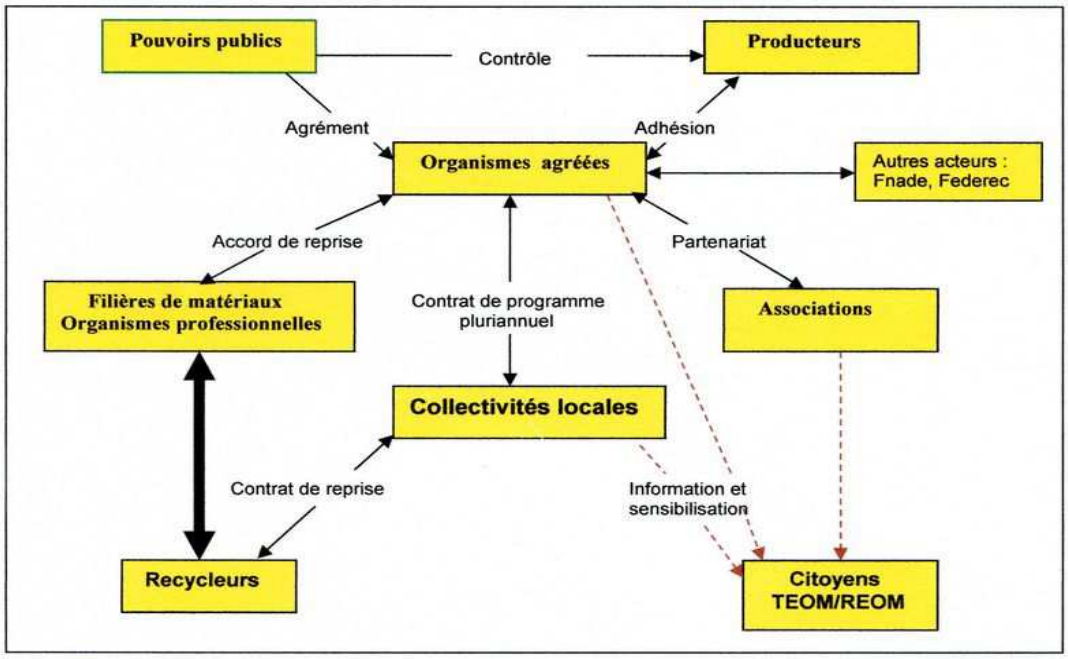


Recyclage et valorisation des emballages

En 2011 parmi les déchets d'emballages toutes provenances confondues, la part de recyclage **du papier-carton est la plus importante (88 %).**
Le plastique recyclé est de l'ordre de 23%.
Le taux de recyclage du verre est de 71 %. Il avoisine les 100 % pour le verre provenant de la collecte séparative des ménages, principalement par apports volontaires en conteneurs.
D'autres filières de recyclage se développent selon le principe de la responsabilité élargie du producteur (REP) : le producteur ou le vendeur d'un produit est responsable de son traitement. En 2011, ces filières sont à l'origine d'un gisement de déchets évalué à 13,7 millions de tonnes à recycler dont le tiers est valorisé.

Les REP
L'organisation entre les organismes agréés pour la collecte des emballages recyclables et les citoyens :

LES FILIERES MATERIAUX



- Les Pouvoirs Publics
En application du décret 92-377,

- Les organismes agréés
Il n'existe plus de monopole.
Chaque organisme (Eco-emballages et Adelphe étendus aux fédérations et divers individuelles) doit justifier de ses capacités techniques et financières et préciser les conditions par lesquelles il entend satisfaire les demandes des pouvoirs publics.
Ils proposent :
. **Aux producteurs** de développer des programmes d'écoconception des emballages.
. **Aux collectivités** des barèmes de reprises pour les matériaux recyclés, ainsi que des services notamment en matière de communication, de formation, et d'optimisation des opérations.
. Ils fixent le cadre pour l'agrément d'un organisme en ce qui concerne les objectifs de valorisation à atteindre, et assurent le contrôle du dispositif avec l'appui de l'Ademe. Sous réserve d'un avis favorable de la Commission consultative, il délivre un agrément d'une durée de six ans.
. Ils vérifient, par ailleurs, que les producteurs d'emballages adhérents au système respectent les obligations inscrites dans le décret.

- Reprise des matériaux
Dans le cadre du nouvel agrément, les collectivités en contrat avec Eco-emballages et Adelphe peuvent, pour chacun des matériaux à recycler, choisir l'une des trois options de reprises :
1) Maintenir l'association avec les sociétés agrées (nommément Eco-emballages et Adelphe) avec une mise en œuvre par filières de matériaux avec mutualisation nationale des conditions offertes aux collectivités.

2) Choisir l'option fédérations (FNAC, FEDEREC) avec mise en œuvre par les adhérents d'une garantie d'enlèvement avec prix négociés.
3) Choisir l'option individuelle avec mise en œuvre du repreneur choisi par la collectivité avec prix négociés.
Dans le cadre du nouvel agrément, avec le renouvellement des contrats de reprise, la part de la population en contrat avec les fédérations progresse entre 2010 et 2011 et devient majoritaire pour les différents matériaux en collecte séparée sauf pour la brique et le verre.

- Les producteurs
En adhérant à un organisme agréé, ils souscrivent au respect des règles de l'organisme.
Conditionneurs ou importateurs payent une contribution qui dépend du nombre, du poids, et du matériau des emballages ménagers qu'ils mettent sur le marché.

- Les Collectivités locales
Celles qui signent un engagement avec un organisme agréé s'engagent à développer une collecte sélective des emballages ménagers selon un programme pluriannuel. En contrepartie, elles reçoivent des soutiens financiers en fonction des tonnages valorisés, des actions de communication réalisées et des études menées pour réduire les coûts et optimiser les opérations de collectes. Elles peuvent obtenir des garanties de reprises pour les matériaux recyclables, ou agir pour leur propre compte.

- Les filières matériaux
Elles donnent la garantie de reprise et de recyclage de l'ensemble des emballages ménagers collectés et triés par les collectivités locales, mais ces dernières peuvent opter pour une commercialisation indépendante de tout organisme.

- Les associations
Les associations de protection de l'environnement ou de consommateurs peuvent si elles le souhaitent passer des accords de partenariat avec l'organisme agréé afin d'encourager la prévention et la collecte sélective des emballages.

- Le citoyen
Par ses gestes de tri, le citoyen assure le fonctionnement et le succès du dispositif.
Les collectivités et les associations le sensibilisent à l'importance du geste de tri.
2000 ambassadeurs de la collecte sélective mis en place à fin 2007 jouent un rôle important pour améliorer la prévention et la qualité du tri.
Mais -faut-il le rappeler- lorsque le citoyen ne perçoit pas son intérêt dans des opérations fastidieuses, ses efforts pour optimiser ses actions personnelles sont réduites.
Notre conviction est que pour minimiser les déchets ultimes il faut appliquer la formule :
« *Plus je trie, moins je paie !* »
Et pour optimiser ces opérations, le bonus pour le contribuable doit être à la hauteur de ses efforts.
Pour la majorité des contribuables la réalité est qu'ils subissent exactement l'inverse. Cependant leurs efforts se traduisent par une protection plus importante de l'environnement, et de manière connexe ils contribuent à la création d'emplois non délocalisables.

Dans une optique « Développement Durable » les actionnaires d'Eco-emballages devraient tenir compte de ce facteur économique. Leurs principales ressources sont les cotisations des producteurs adhérents (points verts) auxquelles s'ajoute le produit de la vente des matériaux recyclés.

Les logos Point Vert, produit recyclable et produit recyclé

Le logo Point Vert n'est pas un éco-label. Il ne garantit pas que l'emballage du produit sur lequel il est apposé est recyclé ou recyclable Il indique simplement que l'entreprise de diffusion contribue financièrement aux dispositifs de recyclage des emballages. Il est circulaire et représente deux flèches inversées de la même couleur (généralement verte) mais de teintes différentes. Inventé en Allemagne, il est répandu dans une trentaine de pays européens. En France, c'est Eco-emballages qui a l'exclusivité des droits sur le logo.



Point vert

Il ne faut pas le confondre avec :



Produit recyclable



Produit recyclé
avec % de matières recyclées

La réglementation déchets incite les industriels à organiser la collecte des déchets de leurs fabrications ou des produits d'importation qu'ils distribuent.
Deux choix leur sont offerts : ils peuvent soit organiser la collecte… ou payer une contribution à un éco-organisme comme Eco-emballages, Adelphe ou Cyclamed qui se chargeront d'assurer cette mission. Dans le second cas, ils ont le droit d'utiliser le logo Point Vert.
Les fonds collectés par ces entreprises sont redistribués (cf. schéma « filières matériaux ») pour financer les systèmes de collecte et de tri.

o **"Zéro déchet"**

(Extraits de la synthèse du congrès : « les politiques « zéro déchet » dans le monde, utopie ou réalité – Assemblée Nationale – 13 et 14 mai 2004 », organisé par « Décentralisation et Initiatives Locales »)

L'objectif « zéro déchet » : une vision politique

« Zéro déchet » : une réponse aux situations de crise.

Les politiques « Zéro Déchet » ont émergé dans les années 1990 dans de nombreux pays. A leur origine, on retrouve la plupart du temps des collectivités confrontées à des situations de blocage, voire de crise, ne sachant quelle réponse apporter à la fermeture des décharges et au refus de l'implantation d'usines d'incinération par la population locale.
Au Canada, aux Etats-Unis, aux Philippines, en Nouvelle Zélande des collectivités sont amenées à mettre en place des démarches « Zéro déchet »

Une vision sous tendue par des arguments économiques

La dimension économique est une composante déterminante des stratégies « Zéro Déchet». Pour être pérennes, les systèmes mis en place doivent être viables économiquement.
- Développement de nouvelles filières
S'engager sur la route du « Zéro Déchet » signifie passer d'une logique d'élimination de déchets à celle de valorisation de ressources. Les systèmes mis en place sont

créateurs d'une économie qui repose sur la matière première secondaire. Il s'agit de promouvoir de nouvelles filières de réutilisation, de recyclage et de compostage. Le « Zéro Déchet » s'inscrit dans une logique de développement de marchés où tous les matériaux récupérés doivent trouver un débouché.
La rentabilité économique est une préoccupation constante comme le montre l'activité d'Ecocycle, aux Etats-Unis.
Il importe de souligner les répercussions sociales très positives du développement de ces économies locales… Mais le bénéfice le plus populaire est sans doute la création d'emplois sur le territoire.
Les experts ont quantifié les créations d'emplois induites par la réutilisation et le recyclage, tout en le comparant aux modes de traitement traditionnels : 85%...
L'incinération n'est pas considérée comme une solution durable et l'opposition à ce mode de valorisation est unanime parmi les intervenants étrangers. Les déchets résiduels obtenus à l'issue des opérations de tri sont dirigés vers des centres d'enfouissement. Dans les collectivités où la démarche « Zéro Déchet » est la plus avancée, les efforts d'optimisation portent sur la valorisation énergétique des gaz produits sur ces sites d'enfouissement.
- Pourquoi une position tranchée contre l'incinération ?
Tout d'abord, les politiques « Zéro Déchet » ont écarté ce mode de traitement conformément aux attentes des populations locales. Dans la plupart des pays concernés, l'incinération suscite un fort rejet de la part des citoyens pour des raisons de santé publique. Le fait que les incinérateurs les plus performants permettent d'amener leurs émissions au minimum ne résout pas en totalité le problème.
Gary LISS précise qu'aujourd'hui, aux Etats-Unis, l'industrie du recyclage représente 79 000 entreprises et emploie 1,1 million d'employés. Elle génère 250 milliards de dollars de revenus par an ce qui équivaut aux revenus de l'industrie automobile des USA.
- Quel bénéfice pour les collectivités ?
Aux Etats-Unis, les politiques « Zéro Déchet » mises en place ont généré des économies massives pour les collectivités. Une étude, menée pour le compte de l'EPA (Environnemental Protection Agency), a montré que la plupart des villes ayant atteint 50% de détournement des déchets, ont réalisé des économies appréciables.
L'économie d'une politique « Zéro Déchet » doit être replacée dans son contexte local et s'inscrire dans la durée.

LA PREVENTION
(Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, la "prévention" est la première priorité)

- Le contexte actuel
- L'écoconception
- L'écoresponsabilité
- La réutilisation et le recyclage
- La filière sélective
- Les déchets particuliers : D3E, DIS…
- Synthèse des actions de prévention prévues pour 2014-2016

o Le contexte actuel

Multiplier les efforts
La prévention est la première alternative à l'incinération et à la réduction de l'enfouissement. C'est pourquoi il faut redoubler d'efforts tant au niveau national que local pour contrebalancer dans l'esprit de nos concitoyens les effets de la marée publicitaire permanente qui conditionne leur consommation : eau en bouteilles, produits jetables, simplification du geste d'achat avec les suremballages….
Il faut redoubler d'efforts pour éclairer nos concitoyens sur les impacts de leurs choix de consommation.

o L'écoconception

L'écoconception consiste à élaborer un produit en cherchant à réduire l'impact environnemental à toutes les étapes de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à son traitement en fin de vie. Les réglementations en vigueur et en cours de préparation encouragent de plus en plus les industriels à intégrer l'éco conception dans leurs démarches. Pour les aider, des outils existent : outils globaux d'analyse de cycle de vie mais aussi outils simplifiés qui ne prennent en compte que certains aspects du cycle de vie.
Cette démarche est préventive et permet de réduire les impacts sur l'environnement, à la source. En effet, les caractéristiques initiales du produit déterminent en général les possibilités de valorisation en fin de vie. Cette démarche favorise également l'innovation par la réflexion qu'elle sollicite au niveau de la conception. Elle est universelle**,** car elle peut être intégrée dans une entreprise novice dans la gestion de l'environnement comme être menée de manière complémentaire à des actions menées sur les sites (démarche ISO14001 par exemple) et les procédés industriels. Enfin, cette démarche présente un intérêt stratégique en terme de communication. En effet les résultats obtenus au cours de ce type d'approche peuvent être communiqués vers le client et différencier le produit de ses concurrents.
Quelques exemples de résultats :
- Carrefour
Le poids de la bouteille d'eau Carrefour est passé de 42 à 27 g.
Une innovation sur le pack sel régénérant a permis d'économiser 25 000 km/an de transport et 66 tonnes de matières premières.
- Leroy Merlin
Les nouvelles peintures Leroy Merlin sont sans CMR (substances Cancérogènes, Mutagènes, ou affectant la Reproduction).
- Legrand
Les nouveaux produits de sécurité sont plus fonctionnels et consomment moins d'énergie.

Trois gammes de produits on été lancés début 2006 : des alarmes intrusion, des alarmes incendie, et des blocs d'éclairage autonome de sécurité (BAES). La consommation d'énergie a été réduite par deux sur les BAES, et par quatre sur les alarmes intrusion radio en utilisant des sources lumineuses moins consommatrices. La masse des accumulateurs a été réduite et les composants électroniques optimisés. La durée de vie des alarmes intrusion a été multipliée par deux, et celle des BAES par 20.

- Monoprix

Une nouvelle gamme de produits d'entretien MONOPRIX verts a été créée à base d'éléments végétaux, et comporte 13 nouvelles références. Leurs caractéristiques principales sont la biodégradabilité, une toxicité réduite et elles sont présentées dans un emballage (PEHD) 100% recyclable.

Monoprix a ouvert un nouveau magasin à Angers qui est en France la première opération pilote d'une démarche HQE dans des bâtiments du tertiaire.

- Aisan Bitron

Cette entreprise bourguignonne est spécialisée dans la conception et la fabrication de systèmes d'alimentation en carburant pour l'automobile. Elle fait partie de la centaine d'entreprises qui se sont engagées en 2004 dans l'opération 'Objectifs déchets' -10%. Deux ans après le début de l'opération, le résultat est plus que satisfaisant. La réduction des tonnages annuels des déchets atteint -30%. Le taux de valorisation des déchets est passé de 26 à 76%, alors que la production a augmenté de 16%. La démarche a été pilotée par l'application de la norme ISO 14001. Les objectifs de prévention ont été intégrés dans les choix de la conception des emballages et les modes de fabrication.

L'écoconception est le meilleur moyen de réduire les déchets à la source. Elle est un facteur de développement économique et est créatrice d'emplois. Il faut qu'elle soit accompagnée d'une politique volontariste des gouvernements de l'Union européenne, et il est nécessaire d'en favoriser l'essor par la modulation des incitations financières (par exemple par le biais de la fiscalité « verte » : TVA réduite…) pour que les produits ainsi conçus soient privilégiés sur le marché.

Le cas de la publicité

La masse de journaux et imprimés publicitaires mis dans les boites à lettres qui passe directement à la poubelle est une situation de gaspillage coûteuse et inutile. Les actions

« Stop Pub » proposées par le Ministère de l'Ecologie a connu un succès indéniable.

Des estimations du souhait des français de ne plus recevoir d'imprimés publicitaires par apposition d'un autocollant « Stop Pub » varient de 4 à plus de 10%. Des évaluations menées récemment par l'ADEME (enquête IFOP-mars 2007), Adrexo (enquête TNS SOFRES en août 2006) et Médiapost, montrent une progression de ce comportement de 1 à 2% par an. Au-delà des écarts au niveau national, il apparaît également d'importantes disparités au niveau régional.

Nous proposons que dans les cahiers de charges publicitaires, le donneur d'ordre précise :

- L'incidence de la fin de vie d'un produit sur l'environnement, et/ou comment recycler le produit en question.
- L'utilisation de produits dangereux dans la fabrication.

Cette démarche devrait accélérer la recherche de produits alternatifs sans risques pour la santé.

Une réunion a eu lieu le 14 juin 2007, au Muséum d'Histoire Naturelle à Paris, organisée par le BPV (Bureau de Vérification de la Publicité), avec la participation de l'ADEME sur le
thème : « La Publicité et le Développement Durable ».
Ces deux organismes se sont interrogés sur la récupération du Développement Durable dans certaines actions de communication. L'environnement et l'écologie sont devenus un fonds de commerce pour certains annonceurs qui l'utilisent de manière contestable dans des actions publicitaires.

Le consommateur écoresponsable
Être « écoresponsable » c'est avoir conscience que par son comportement personnel, notamment en matière de consommation, il est possible d'influer sur les types de produits et leur mode de distribution ou de mise sur le marché. C'est un bon moyen de diminuer le volume des déchets produit par un ménage.
Le gaspillage alimentaire
Selon un sondage TNS SOFRES 54% des Français considèrent que la lutte contre le gaspillage est un acte important de la vie quotidienne.
Il est estimé que chaque Français jette environ 20 kg d'aliments par an, dont 7 kg de produits encore emballés et 13 kg de fruits et légumes abîmés. Il faut lutter contre cette gabegie qui est une indécence morale !



Au niveau mondial, le Food and Agricultural Organisation des Nations Unis (FAO) soutenu par des Agences de l'UNEP ont depuis RIO mis en route des actions de sensibilisation au problème de la prévention et du gaspillage alimentaire comme une des actions pour réduire la faim dans le monde.
Dernière manifestation en date : le forum à la Foire de Düsseldorf en Mai 2014.
Le plan de démarrage de cette initiative mondiale repose sur la mise en place du « SAVE FOOD PLAN » qui s'appuie sur quatre piliers principaux :
• La sensibilisation sur l'impact et sur les solutions concernant les pertes et déchets alimentaires, afin d'attirer des partenaires.
• La collaboration et coordination des initiatives mondiales sur la réduction des pertes et déchets alimentaires.
La coordination des initiatives, de façon à ce que les informations, problèmes et solutions soient partagées, et que les méthodologies, stratégies et approches soient harmonisées.
• Le développement d'une politique, d'une stratégie et d'un programme qui inclut une série d'études de terrain sur des bases nationales et régionales, combinant une approche des pertes dans la chaîne alimentaire et les impacts socio-économiques correspondants.
• Le soutien à des programmes d'investissement et aux projets mis en place par les secteurs privés et publics.

Si nous avons fait état des démarches entreprises par la FAO, c'est que d'autres pays se sont inspirés de ce plan en quatre points.

La maîtrise du problème en France

En termes concrets que pouvons-nous faire ?
Tout le long de la chaîne alimentaire, nous pouvons agir !

- Sur le long terme :

. Protéger, mieux gérer les terres agricoles (rénover les tissus urbains plutôt que de les étendre, dépolluer d'anciennes friches industrielles...),
. Mieux gérer les stocks alimentaires issus de la mer, de nos rivières, de nos terres agricoles sans oublier la protection des oiseaux (volailles) dans le ciel, ce qui nécessite de véritables efforts (information, éducation, développement de projets, soutien financiers).

- Dans l'immédiat :

Dans la chaîne de transformation des produits alimentaires, de l'utilisation d'emballages, du stockage, de la distribution, du transport jusqu'à la consommation,
il est nécessaire d'informer sur les conséquences sociales et économiques du gâchis alimentaires : réduire la faim, réduire l'empreinte carbone, éviter l'enfouissement dans des centres dont les capacités deviennent exiguës. Du budget familial jusqu'à l'utilisation des matériaux industriels des économies sont possibles.

Pour être efficace il faut des partenaires volontaires dans toutes les Régions de France : fabricants, distributeurs, transporteurs, associations caritatives et bénévoles.
Mais aussi,
. La destruction de stocks pour maintenir les prix doit cesser.
. Des zones de regroupements des produits à distribuer doivent être créées.
. Les décharges de produits agricoles sur la voie publique comme expression de colère peuvent plus utilement se transformer en dons à des associations caritatives.
. Les vitrines froides pour exposer les marchandises doivent se généraliser partout où c'est possible.
. Les dates de péremption sur les produits doivent être revues. Il est difficile d'accepter que l'on donne à consommer des produits que l'on juge périmés à des enfants dont les parents n'ont pas les moyens de leur assurer une alimentation correcte.
. Les packs pour forcer la consommation doivent être réduits en nombre. Des bocaux à contenance familiale doivent être mis à disposition sur des étals de produits « premier prix ».
. A l'instar de nos voisins britanniques créer un site internet (WRAP – **W**aste **R**essources **A**ction **P**rogram relatif à l'économie circulaire) avec conseils sur la manière de conserver les aliments, et recettes pour cuisiner ceux visuellement en limite de conservation.
. En France sont apparus des livres de recettes sur la consommation agréable des épluchures.
Bien entendu, ces quelques propos méritent d'être développés, pour susciter une réflexion collective.

En marge du SIAL, le plus grand salon alimentaire du monde ouvert à Villepinte le 21 Octobre 2012, le Ministre Délégué à l'Agroalimentaire, Guillaume Garot, a expliqué que ce gâchis était un enjeu de pouvoir d'achat estimé coûter 500 euros par foyer et par an et qu'il fallait s'engager concrètement contre les dérives de la société de surconsommation. Il proposait d'enclencher une dynamique auprès de la grande distribution, les associations et les consommateurs, car sur l'ensemble de la chaîne alimentaire c'est 150 kg/an et par personne qui partaient aux O.M.

- Parmi les propositions faites :

. La vente des produits à l'unité pour les produits d'entrée de gamme. Cette démarche fera son entrée sur les étals de Monoprix incessamment.
. L'achat en vrac de denrées ou la vente de portions individuelles seront mis en place par Auchan.

La Belgique oblige les supermarchés à faire des dons

C'est dans la ville de Herstal que le bourgmestre – équivalent du maire - Frédéric Daerden, a lancé une initiative pertinente. Les supermarchés de la ville doivent donner leurs invendus aux associations d'aide alimentaire pour que leurs permis d'environnement soient renouvelés. Le permis d'environnement est une exclusivité belge, permettant aux magasins de s'installer dans la ville, c'est l'équivalent d'un permis d'exploitation.

Namur et d'autres communes ont adopté cet exemple à l'instar d'Herstal.

Proposition au niveau européen contre le gaspillage alimentaire : Frédéric Daerden, également député au parlement européen, a posé une requête à la Commission européenne demandant une loi similaire à plus grande échelle. En Europe, 79 millions de personnes vivent sous le seuil de pauvreté et 16 millions ont reçu des aides alimentaires.

D'un autre côté, la Fédération Européenne des Banques Alimentaires (FEBA) alerte les acteurs de l'alimentation (UE, partenaires sociaux, ONG, secteur agricole, entreprises du secteur de la distribution et de l'industrie agroalimentaire …) et les invite à prendre des mesures appropriées. Depuis la menace sur les Fonds Européens d'Aide aux plus Démunis (FEAD), les associations alimentaires ont risqué de voir les subventions européennes diminuer.

Le système trouvé par les belges pourrait être un recours supplémentaire pour les banques alimentaires. Il est peut-être insuffisant.

La France devrait-elle suivre l'exemple de ses voisins Belges ?

L'Art d'accommoder les restes

• SOS restes, de Blandine BOYER, aux Éditions Marabout

• Délicieux petits restes : 90 recettes futées pour une cuisine « débrouille », d'Emmanuelle JARY et Jean-François MALLET aux Éditions Solar.

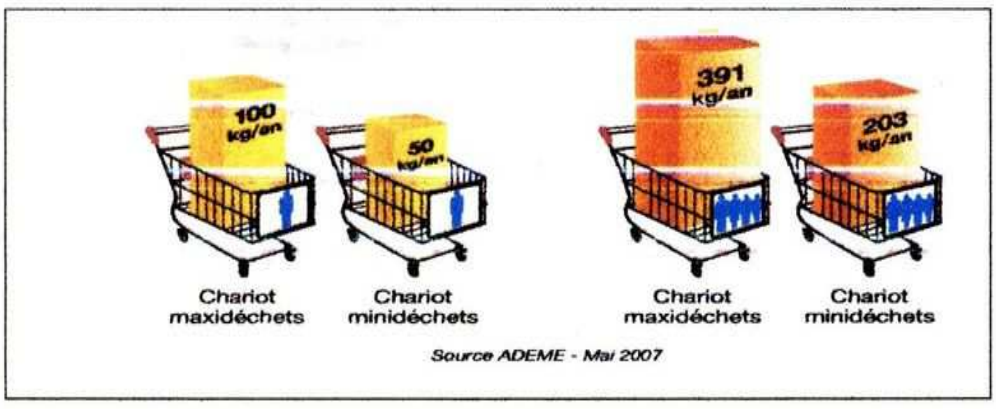
• Petits riens, grands festins : le nouvel art d'accommoder les restes, d'Antoine HERBEZ, aux Éditions Albin Michel

• La cuisine du lendemain, l'art d'accommoder les restes, de Delphine SCHWARTZBROD aux Éditions Flammarion

o **L'écoresponsabilité par l'éducation**

L'ADEME a réalisé une étude sur les quantités de déchets des ménages dans la grande distribution.

Des chariots représentatifs de plusieurs tailles de foyers, et d'une consommation plus ou moins importante. Ensuite, des produits « mini déchets » ont été choisis selon les critères suivants : produits réutilisables, absence d'emballage, écorecharge, grande contenance, recyclabilité des emballages…



Des achats vertueux ramenés à une personne en matière de prévention montrent qu'il est possible de réduire les déchets d'emballage de **33 kg/hab./an** pour les produits les plus couramment achetés. A l'inverse, un comportement d'indifférence se traduirait par une augmentation des déchets d'environ **16 kg/hab./an.**

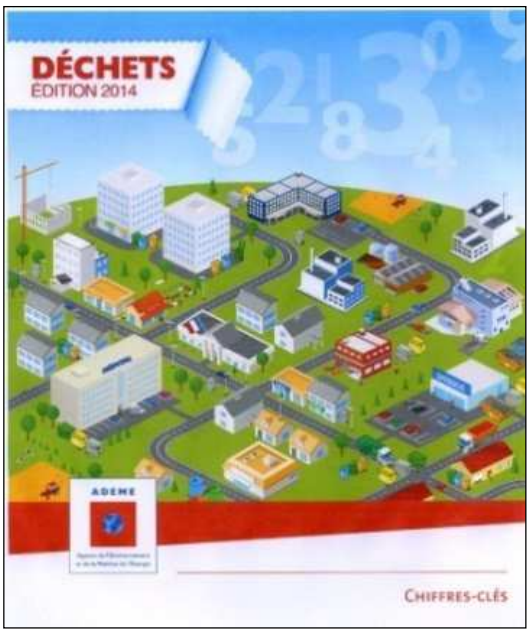
Lors du lancement du Plan national de la Prévention des déchets en France, la diminution des sacs de caisse de la grande distribution a été rapidement un succès. Entre 2003 et 2005, les sacs jetables distribués sont passés de 9,4 à 5,9 milliards. Depuis, la distribution de sacs plastique dans la grande majorité des supermarchés et superettes a cessé.

Action symbole : la suppression des sacs de caisse en plastique, mais évolution réglementaire : <u>La distribution de sacs plastiques à usage unique sera TOTALEMENT interdite à partir du 1er Janvier 2016.</u>

o **La réutilisation et le recyclage**
(Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, c'est la deuxième priorité)

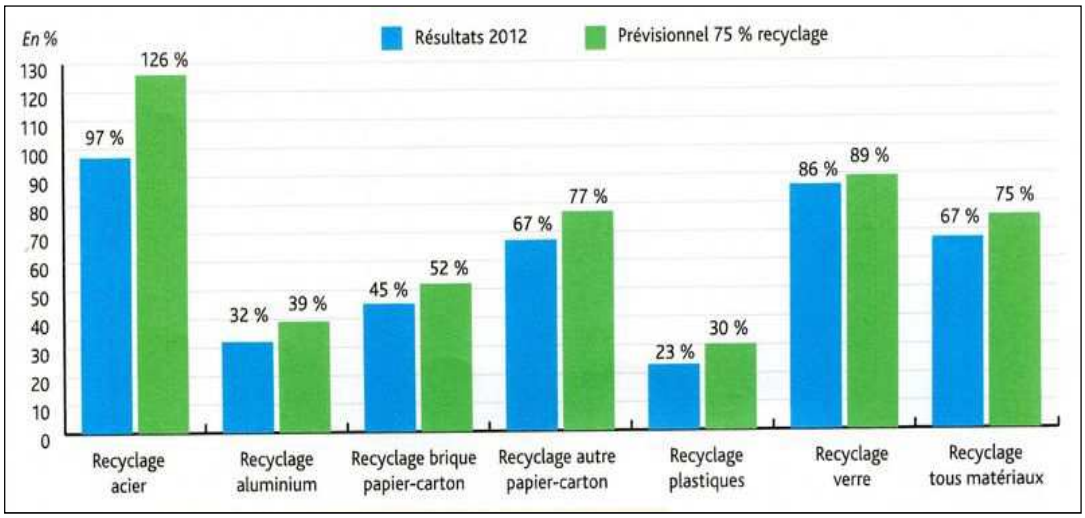
La réutilisation
La réutilisation concerne la remise en état d'objets anciens. Elle est créatrice d'emplois dans le secteur de la réparation et de la remise en état de matériels ayant une possibilité de durée de vie prolongée. Cela concerne principalement des « recycleries » du type Emmaüs qui favorisent la réinsertion et donnent une seconde vie aux objets. Ces activités ne sont rentables que dans des zones où le coût des enlèvements est faible et le tissu urbain suffisamment dense pour faciliter la revente du matériel remis en état.

L'Economie circulaire
Nous évoquons certains aspects de la démarche, mais pour plus de précisions sur le recyclage, la réutilisation des matières premières et la filière élargie des producteurs, consultez le document « chiffres-clés » sur le site de l'Ademe, rubrique « déchets ».



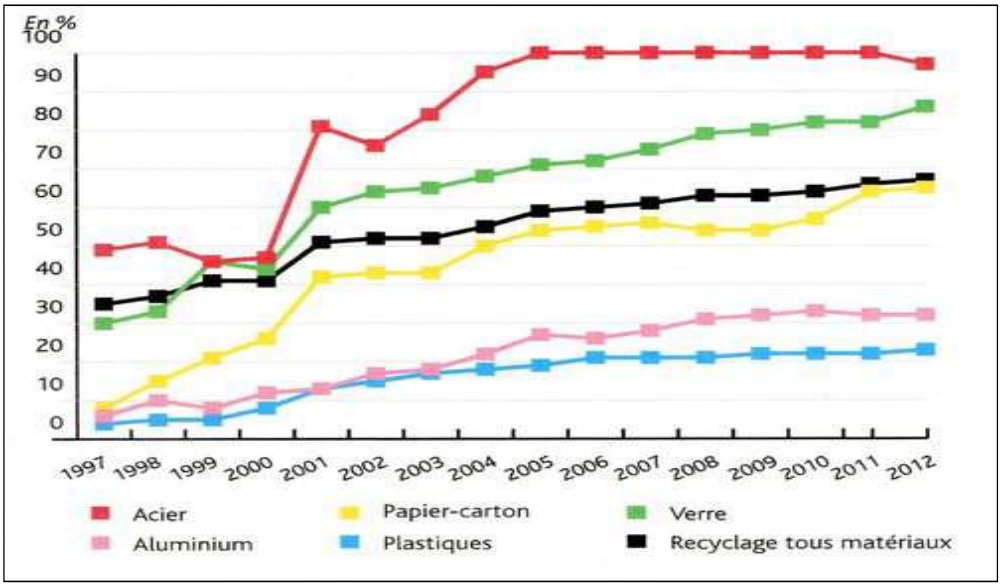
.

Faible progression du taux de recyclage en 2012.
Les taux de recyclage progressent peu en 2012 et sont, excepté pour le verre, sensiblement inférieurs aux prévisionnels de la demande d'agrément. Pour atteindre l'objectif de 75% de recyclage, tous les matériaux doivent encore progresser de manière importante en particulier les plastiques dont le taux doit passer en 3 ans de 23% à 30% alors que la progression moyenne sur les dernières années a été inférieure à 1 point par an.



Taux de recyclage en 2012 et prévisionnel tous matériaux 75% (Ademe)

Pour tous les matériaux, le taux de recyclage et de valorisation a plus que doublé entre 1997 et 2012.
Pour le papier-carton et le plastique, la progression du taux de recyclage est liée davantage à la montée en puissance de la population desservie qu'à l'évolution des performances.
Pour le verre, la progression du taux de recyclage est liée à l'optimisation des collectes déjà mises en place par les verriers et leur extension à l'ensemble des populations.
Pour l'acier et l'aluminium, la récupération sur mâchefers s'est étendue avec la mise en service de nouvelles unités de traitement thermique et a été complétée par les tonnages issus des collectes séparées.



Evolution des taux de recyclage des emballages ménagers (Ademe)

Un secteur économique en plein essor

Les activités de récupération et de recyclage des déchets constituent l'une des branches du vaste et dynamique secteur économique des éco-industries. Organisé depuis la prise en compte récente des problématiques de développement durable, ce secteur économique vise à protéger l'environnement des impacts négatifs de l'activité humaine à travers des activités diverses de production ou de services : traitement des fumées, épuration des eaux, et bien sûr recyclage des déchets.

Sur un plan national, selon une étude réalisée par le ministère de l'Industrie, cette activité de recyclage génératrice d'emplois représente, à elle seule, 29 % des 21 milliards d'euros de CA réalisés en 2002 par les éco-industries. Si le secteur est dominé par les grands groupes internationaux, il reste néanmoins ouvert à de très nombreuses PME, souvent spécialisées sur des niches pointues.

Informer sur le traitement des produits consommés

- Que faut-il faire ?

C'est la question que l'on se pose souvent au moment de se débarrasser d'un produit devenu inutilisable (pot de peinture, appareil électronique, accus, solvants…). Autrefois, on le jetait à la poubelle sans se poser de question. Et de fait, on ignore la plupart du temps les gestes que chacun doit faire, particulier ou entreprise, au moment de se débarrasser d'un « déchet » ou « produit résiduel », après utilisation. Souvent, faute de connaître les caractéristiques du produit qu'on jette, on ne sait pas quoi en faire vraiment. Il arrive même que les procédures pour le faire ne soient pas accessibles facilement.

- Création d'un site national d'information :

. Informer, informer, informer :

On n'informera jamais assez sur le traitement des déchets. Avec la mise en place du tri, beaucoup de collectivités donnent des documents d'information. Mais ils restent parcellaires et ne vont pas toujours dans la logique du recyclage ou de la réutilisation. Il faudrait donc une base de données facilement accessible où seraient recensés tous les produits, ce qu'il faut savoir et ce qu'il faut faire. Cette base de données n'existe pas en France. Il faudrait la créer soit sur le site internet du Ministère du Développement Durable, soit sur celui de l'ADEME. Ce genre d'outil, nous en avons trouvé un exemple en Australie. Chaque produit fait l'objet d'une fiche. Il pourrait éventuellement servir de modèle.

« Quoi recycler, à qui s'adresser, que fait-on des produits recyclés, quel résultat entraîne chaque geste ? »

Voici ci-après, deux exemples, extraits de *« recycleatwork.com.au* », site australien : (Liste complète en annexe 1)

Exemple 1

Les piles nickel - cadmium
Ce qu'il faut savoir

Ces piles utilisées universellement sont une source d'énergie pour les appareils mobiles/portables.

Ces métaux ferreux sont toxiques et peuvent aisément se diffuser dans la nature. Cela implique qu'ils peuvent être absorbés par le gazon, les végétaux y compris les légumes, et par ingestion par les animaux. En conséquence, une concentration à des niveaux de toxicité élevée est possible chez les humains.

L'avantage de ces piles est qu'elles sont rechargeables, et réutilisables entre 500 et 2000 fois. Leur durée de vie varie entre 2 et 5 ans. Elles trouvent emplois dans des éclairages d'urgence, des ordinateurs portables, la téléphonie mobile, des matériaux de bricolage, et des équipements médicaux.

Ce qu'il est utile de faire

. De préférence il faut les recharger.
. Elles doivent être stockées loin de toute source de chaleur.
. Il faut se renseigner auprès des Mairies sur les lieux de collectes.

Exemple 2

Les peintures
Ce qu'il faut savoir

Les peintures sèches ne sont pas polluantes.
Les peintures liquides ou les solvants nécessaires à leurs utilisations peuvent contaminer le sol, l'eau ou être une source d'incendie ou d'explosion.
Des peintures à l'huile peuvent contenir des métaux comme le plomb, le cadmium, ou le baryum qui sont très toxiques.
Les boites de peintures peuvent être recyclées.
La fabrication d'acier à partir de fer recyclé utilise moins d'eau et d'énergie qu'à partir de minerais extrait d'une mine.
Le fer peut être recyclé indéfiniment.

Ce qu'il est utile de faire

. Les pots avec des restes de peintures liquides ne doivent pas être enfouis ; il faut essayer de trouver un usage pour les éliminer. Ces restes peuvent parfois rendre service à des associations ou des écoles.
. Les peintures et solvants durent plus longtemps si les boites sont bien fermées.
Un film de plastique sur l'ouverture avant de remettre le couvercle peut rendre l'emballage plus hermétique ; garder les boites à l'envers peut contribuer à réduire le contact avec l'air et donc prolonger la durée d'utilisation.
. Les éloigner de toutes sources de chaleur est un impératif de sécurité.

o **La filière sélective**

La collecte sélective doit s'adapter au mieux à la filière de traitement qu'elle alimente. Pour ce qui concerne l'aspect technique, il convient de mettre en œuvre des pratiques permettant de souiller le moins possible les produits potentiellement recyclables. C'est en ce sens que le compostage individuel ou semi-collectif, ou encore la collecte séparée des bio-déchets, sont conseillés dès lors que l'on envisage une valorisation matière de bon niveau. Mais en ce domaine, il n'y a pas une seule vérité. La solution de facilité consisterait à multiplier les collectes séparées en porte-à-porte, avec l'augmentation des coûts qu'elles induisent. Cet écueil a été partout évité dans les sites que nous avons visités. Le surcoût inévitable en équipements (bennes spéciales, conteneurs compartimentés, déchetteries) est largement compensé par le coût moindre de l'investissement dans l'outil de traitement final et la diminution du volume collecté.

La recherche de l'efficacité et de la rentabilité

La collecte sélective et le tri dans des centres spécialisés forment un ensemble indissociable d'opérations qui sont utilisées pour isoler les matières valorisables dans les déchets. Aussi bien la fonction « organisation » que des « moyens industriels » sont nécessaire pour effectuer trois fonctions : la collecte sélective, le transfert par camions bennes des matières isolées vers des centres de tri, la séparation des matériaux recherchées : papier, carton, plastique, aluminium, acier, etc., dans les centres de tri, mécanisés à divers degrés.
Le nombre de bacs à installer, avec ou sans cloisons, chez les producteurs de déchets dépend du nombre de produits à isoler (exemple : verre), ou mélangés (exemple : papier, plastique, métal) qu'il est jugé souhaitable de séparer pour un traitement affiné complémentaire en centre de tri. Ces séparations de matériaux doivent correspondre aux flux d'entrées prévus dans la conception des centres de tri (si un flux est prévu à l'entrée, le centre n'en acceptera pas deux). Des convoyeurs mécaniques assurent le transport vers des postes de travail manuels ou robotisés installés le long. C'est l'organisation des postes de travail et la technologie des robots utilisés qui permettent d'isoler les produits commercialisables souhaités.

Depuis 2012 : 99% de la population est desservie par une collecte séparée.

Le recyclage doit être financièrement incitatif lui aussi :
Le citoyen doit avoir le sentiment que *« plus il trie, moins il paie »*, et pas le contraire. Le juste prix doit être payé par Eco-emballages aux communes pour les matériaux achetés. « Triselec » à Lille a refusé les contraintes imposées par Eco-emballages et revend lui-même les matériaux avec un succès indéniable (des contrats de cinq ans minimum indexés sur les cours internationaux, avec des prix planchers et prix plafonds). Cette commercialisation indépendante participe activement à la réduction des coûts pour les communes.

Il est pour le moins énigmatique qu'une entreprise (Eco-emballages) mise en place par les pouvoirs publics puisse s'enrichir sur le dos du contribuable. Pire d'avoir été acquéreur de produits financiers toxiques à inscrire en pure perte.

Les déchèteries en apport volontaire permettent aussi certaines opérations de tri (impossible dans des centres de tri mécanisés) : les consommables de bureaux, les encombrants, les déchets verts, les gravats, etc.…
De nouvelles filières de recyclage doivent être mises en place : bois, pneus, D3E (Déchets d'équipements électriques et électroniques, ameublement…). Pour les D3E, le décret français no.2005-825 du 20 juillet 2005, transposant des directives européennes, prévoit la reprise des matériels usagés par les réseaux de vente sur la base : « un nouveau contre un ancien ». Le coût de l'élimination est désormais répercuté sur le prix d'achat de tout nouvel équipement au moyen d'une taxe appelée « contribution environnementale visible » qui doit être apposée au bas de chaque facture.

- **Les déchets particuliers**
  - Equipements Electriques et Electroniques (D3E)
  - Autres déchets
  - Déchets Industriels Spéciaux **(DIS)**

Définition des D3E
Un déchet d'équipement électrique et électronique (désigné par DEEE ou D3E) est le déchet d'un équipement fonctionnant grâce à des courants électriques ou des champs électromagnétiques.

La collecte et le recyclage des « D3E » ménagers
Les D3E doivent être collectés et recyclés puisque certains de ces équipements contiennent des substances dangereuses et doivent impérativement être dépollués avant tout type de traitement. La mise en décharge ou l'incinération de ces D3E peuvent générer des émanations toxiques, dangereuses pour l'homme et l'environnement. De plus, de nombreuses fractions des D3E peuvent être valorisées et recyclés.
On distingue les D3E ménagers et les D3E professionnels.
Le gisement des D3E (déchets d'équipements électriques et électroniques) reste difficilement évaluable. Ces chiffres sont en progression de 2% par an. Ce phénomène peut d'une part s'expliquer par la constante diminution de la durée de vie de ces produits ; d'autre part la société de consommation et le progrès technologique rendent obsolètes des appareils toujours en état et expliquent cette production grandissante de D3E. Les téléphones portables ou les écrans plats en sont un exemple.
Pour limiter l'impact des D3E sur l'environnement, le décret 2005-829 transposant la Directive européenne 2002/96/CE rend responsables les producteurs de ces déchets et impose depuis le 15 novembre 2006 leur traitement. En effet, ils étaient jusque-là enfouis en ISDND. Une filière spécifique s'est mise en place progressivement sur le territoire français ; elle engendre l'apparition de nouveaux acteurs et de nouveaux flux financiers. Elle doit permettre la collecte et la réutilisation, ou le recyclage de 50 à 80% de ces derniers.

Réglementation

Directives Européennes

Il y a deux directives européennes concernant les D3E ménagers :

. La directive 2002/95/CE dite « ROhS » (Restriction of Hazardous Substances) du 27 Janvier 2003 introduit l'interdiction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les EEE à compter du 1er juillet 2006 ;

. La directive 2002/96/CE du 27 janvier 2003, aborde la gestion à proprement parler des DEEE. Elle devait être transposée dans tous les Etats Membres avant le 13 août 2004.

Cette directive impose notamment :

- La fixation d'un taux minimal de collecte sélective des D3E ménagers à 4kg/hab./an
- Le traitement sélectif systématique de certains composants considérés comme dangereux ou polluants ;
- Des taux minimaux de réutilisation, recyclage ou valorisation de 50 à 80 % selon la catégorie de D3E à atteindre avant fin 2006 ;
- Le classement des D3E en 10 catégories ;
- La **r**esponsabilité **é**largie des **p**roducteurs (REP) pour les D3E ménagers à compter du 13 août 2005.

Droit français

Le décret français n°2005-829 du 20 juillet 2005, transposant les directives 2002/95/CE et
2002/96/CE en droit français, a été publié le 22 juillet 2005 au Journal Officiel, après un important travail mené par les pouvoirs publics en concertation avec les acteurs concernés depuis 2002.

Le décret français précise les points suivants concernant le D3E ménagers :

- Le marquage de la poubelle barrée est imposé spécialement pour les D3E ménagers ;
- La collecte est réalisée par :
- Les distributeurs, par la reprise « 1 pour 1 »,
- Les collectivités locales, par une collecte sélective ;
- L'enlèvement et le traitement sont sous la responsabilité technique et financière des producteurs des EEE.
- Une contribution supplémentaire dite « éco-participation » est imposée aux consommateurs qui achètent des EEE en vue de l'élimination des D3E historiques.

Les acteurs impliqués dans les D3E

Les producteurs

Les producteurs au sens du décret français sont :

. Le fabricant de l'équipement qui vend sous sa marque,
. L'importateur qui importe hors Union européenne,
. L'introducteur qui importe de l'Union européenne,
. Le revendeur qui distribue sous sa marque,
. Le vendeur à distance depuis l'étranger.

Les distributeurs ont l'obligation de la reprise « 1 pour 1 », c'est-à-dire que lors de l'achat d'un nouvel équipement, ils doivent reprendre gratuitement l'ancien équipement du client (Retour en magasin, reprise à la livraison, etc…).

Modes de collectes hors système « 1 pour 1 »

Les D3E ne doivent pas être déposés avec les encombrants. Les consommateurs non avertis, qui auraient naturellement déposé leurs D3E avec les encombrants devraient contacter leur municipalité pour connaître les différents moyens mis à leur disposition.

Les distributeurs doivent afficher une « éco-participation ». Le coût de cette contribution est indiqué au bas des factures de vente des EEE neufs et doit être séparé de son prix de vente. Les distributeurs ont aussi l'obligation d'informer leurs clients sur l'emploi de cette contribution.

Les éco-organismes

Ils sont responsables pour les producteurs adhérents de l'enlèvement et du traitement des D3E collectés sélectivement par les distributeurs et les collectivités.
Les premiers éco-organismes agréés par les pouvoirs publics sont :
. Ecosystèmes, le premier à se former en France.
. Ecologic, créé à l'initiative de la Fédération des entreprises internationales de la mécanique et de l'électronique.
. ERP (European Recycling Platform).
. Recylum, un organisme destiné exclusivement à la récupération des lampes basse tension.

Les prestataires des éco-organismes

En général, ils comprennent :

. Les opérateurs logistiques (d'enlèvement et de transport) ;
. Les opérateurs de traitement.
Les prestataires sont des entreprises spécialisées dans l'enlèvement et le traitement des déchets telles que Véolia Propreté, SITA, GALLOO, Corepa.

L'OCAD3E (Organisme Coordinateur Agréé pour les D3E)

La société OCAD3E a été agréée par arrêté du 22 Septembre 2006.
Elle fonctionne comme interlocuteur entre les producteurs de D3E ou les éco-organismes d'une part, et les collectivités locales d'autre part.
Elle veille au bon fonctionnement de la filière et à la cohérence de l'information des habitants.
Elle fait appel à des prestataires sélectionnés sur appels d'offres. Elle est chargée de la gestion des contrats, du système informatique, et de l'indemnisation des collectivités.
Par ailleurs, il est demandé à l'OCAD3E d'organiser la concertation entre les acteurs concernés au le sujet du fonctionnement de leur filière.
Elle assure la compensation des surcoûts de la collecte sélective des D3E subis par les collectivités locales qui choisissent de mettre en place des systèmes de collecte sélective sur leur territoire.

L'économie sociale et solidaire

Le décret français n°2005-829 souligne la prise en compte des acteurs de l'économie sociale et solidaire dans le but de développer les emplois d'insertion et le réemploi des D3E collectés sélectivement.

Les collectivités locales

La mise en œuvre de la collecte sélective des D3E n'est pas obligatoire pour les collectivités. Si elles décident de ne pas la mettre en place, l'élimination des D3E collectés en mélange restera à leur charge. La seule obligation légale incombant aux collectivités est celle de communiquer sur les D3E auprès de leurs habitants, notamment en ce qui concerne :
- L'obligation de ne pas jeter les D3E avec les déchets ménagers non triés,
- Les systèmes de collecte mis à leur disposition,
- Les effets potentiels des substances dangereuses présentes dans les D3E sur l'environnement et la santé humaine.

Les usagers et les ménages

Acteurs au cœur du dispositif, la réussite et l'efficacité de la filière dépendent en grande partie de la volonté des usagers et des ménages d'utiliser les dispositifs prévus. Les utilisateurs sur ce territoire sont encouragés à trier et à rapporter leurs

D3E jusqu'aux points de collecte s'ils existent et à participer au « 1 pour 1 ». Remarquons toutefois que si la collectivité ne choisit pas de mettre en place un système de collecte sélective et que le citoyen souhaite jeter un D3E sans acheter un appareil équivalent, il n'a aucune autre possibilité que de jeter son appareil dans une poubelle non adaptée à ce flux spécifique… Ce D3E constituera ce qu'on appelle un D3E résiduel, et arrivera dans les circuits de déchets traités par les collectivités. De la même façon, un citoyen non averti ou non responsable génèrera des D3E résiduels.

L'Ademe

L'Ademe a un rôle particulièrement important. Dans le cadre du décret français, l'agence est chargée de la gestion du registre national des producteurs des EEE.

Les flux de D3E :

Les équipements électriques et électroniques tels que définis par la directive 2002/96/CE sont répartis en dix catégories :

- Les gros appareils électroménagers (GEM)
- Les petits appareils électroménagers (PEM) ou (PAM)
- Les équipements informatiques et de télécommunications
- Le matériel grand public
- Le matériel d'éclairage (sauf ampoules à filament et appareils d'éclairage domestiques)
- Les outils électriques et électroniques
- Les jouets, équipements de loisir et de sport
- Les dispositifs médicaux
- Les instruments de surveillance et de contrôle
- Les distributeurs automatiques

Il faut éviter que l'Afrique devienne la déchetterie électronique de l'Europe

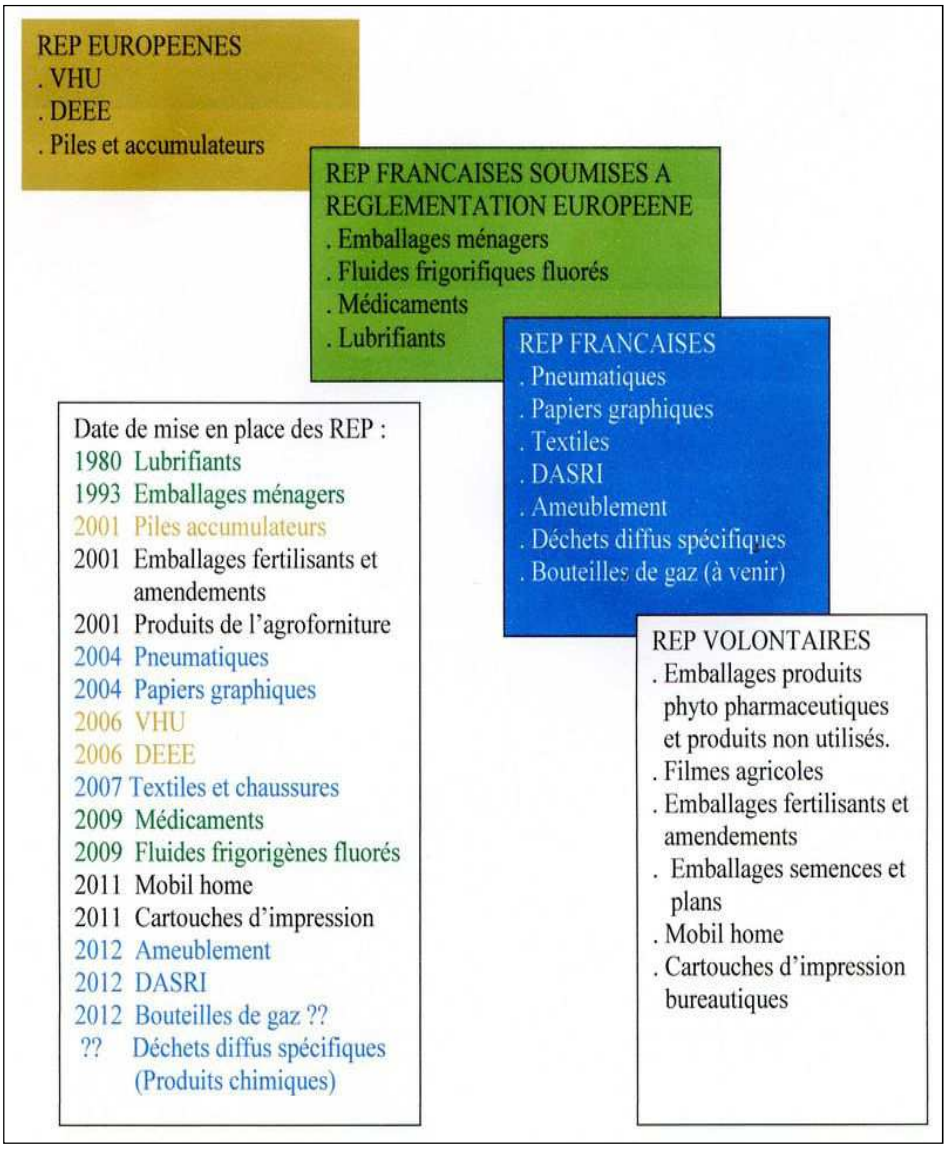


Les éco-organismes ou filières REP (Responsabilités Elargies des Producteurs) en France (Source Ademe)

En 1980, pour une première mise en œuvre, dans une forme très limitée de la REP, la gestion des lubrifiants usagés fut assurée financièrement par une taxe payée par les metteurs sur le marché des huiles de base. Aujourd'hui, tous les acteurs concernés sont amenés à participer d'une manière ou d'une autre.

Très majoritairement, la création d'une REP s'effectue dans un cadre d'obligations réglementaires, européennes ou françaises, mais il existe des cas où des industriels s'impliquent volontairement.

La France est actuellement, dans le monde, le pays qui avec une vingtaine de filières à différents stades de développement, a le plus de recours à ce principe de gestion.



*Deux types d'éco-organismes sont en place dits **financeurs** du type Emballages ménagers (Eco-emballages), ou **Organisateurs** du type prestataire DEEE (Veolia)*

Plus l'organisme est du type financeur plus les collectivités locales sont sollicitées pour effectuées la collecte et le tri et plus elles perçoivent de soutiens à cet effet ; plus l'organisme est de type organisateur moins les collectivités territoriales sont concernées et moins il perçoit de soutien.
Selon les produits usagés, les modalités de la mise en œuvre diffèrent. Certaines ne concernent que les produits ménagers, d'autres que les produits industriels, et d'autres encore les deux catégories.
En 2010 la quantité de produits mis sur le marché relevant des circuits REP est estimée à 18,7 millions de tonnes dont 11,9 relevant des déchets ménagers.
Le total des contributions été de 909 millions d'euros et devrait approcher les 1,4 milliards en 2015. Elles ont principalement servi à financer les frais de collecte, de transport, de traitement des produits usagés ainsi que les frais de gestion et de communication.

Globalement, 80% des recettes perçues par les éco organismes ont bénéficié aux collectivités.

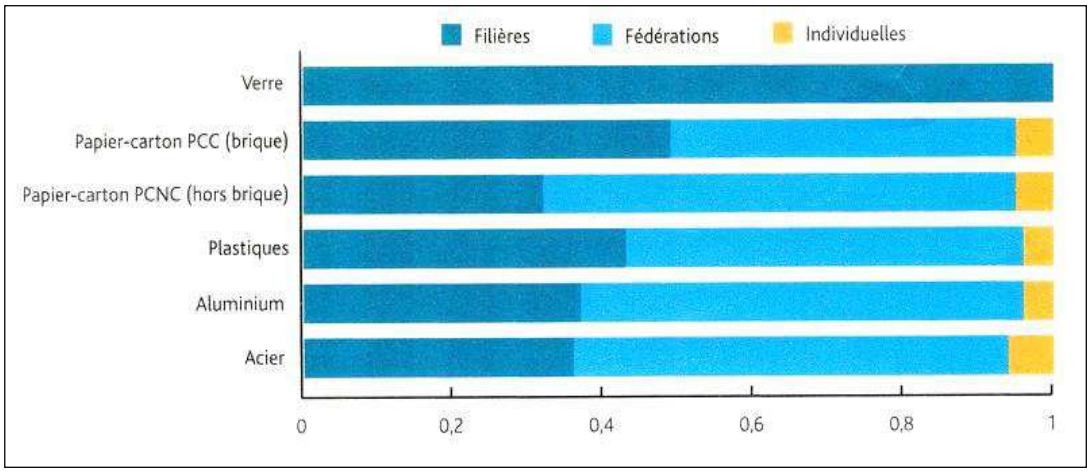
FILIERES REP

Type de produit REP	Nom de l'organisme ou des organisations mutualisées imposés par une Directive européenne
Automobile (VHU) Véhicules hors d'usage	Pas d'éco organisme, mais 1551 centre VHU agréés et 60 broyeurs agréés
Equipements électriques et électroniques Professionnels, équipement électriques et électroniques ménagers	OCAD3E (Organisme coordinateur) Recylum, Ecologic, ERP, Eco-systèmes
Piles, accumulateurs portables	Corepile, Screlec
	Filières françaises soumises à réglementation européenne
Emballages ménagers Fluides frigorigènes, fluorés	Eco Emballage, Adelphe, Cyclamed Pas d'éco organisme, mais un nombre d'opérateurs avec une attestation de capacité.
Médicaments	Cyclamed
Lubrifiants, huiles noires	Pas d'éco organisme ; système de financement géré par l'ADEME
	Filières imposées par une réglementation nationale
Pneumatiques ménagers et professionnels Excepté cycles	Aliapur, Avipur (DOM),AFIP/GIE FRP,COPREC, ARDAC (DOM),TDA Martinique,TDA Guadeloupe
Papiers graphiques, enveloppes	Ecofolio
Textiles, linges de maisons, chaussures	Eco-TLC
DASRI et aiguilles de patients en auto traitement	en projet
Ameublement	Eco-mobilier
Bouteilles de gaz	en projet
	REP basés sur un accord volontaire
Emballages de produits phytopharmaceutiques	ADIVALOR
Emballages de fertilisants	ADIVALOR
Emballages de semences et plants	ADIVALOR
Films agricoles	ADIVALOR
Emballages vides produits d'hygiène élevage laitier	ADIVALOR
Consommables bureautiques et informatiques Mobil home	CONIBI
Ficelles et filets	Non défini
Textiles	Eco-TLC
Panneaux solaires et photovoltaïques	Font partie de la filière REP depuis février 2012

Les collectivités en contrat avec Eco-emballages ou Adelphe peuvent choisir l'une des trois options de reprise :
- La reprise option filières apportée par les sociétés agréées et mise en œuvre par les filières matériaux,
- La reprise option fédérations apportée par les fédérations et mise en œuvre par leurs adhérents avec une garantie d'enlèvement et un prix négocié,
- La reprise option individuelle mise en œuvre par le repreneur choisi par la collectivité.

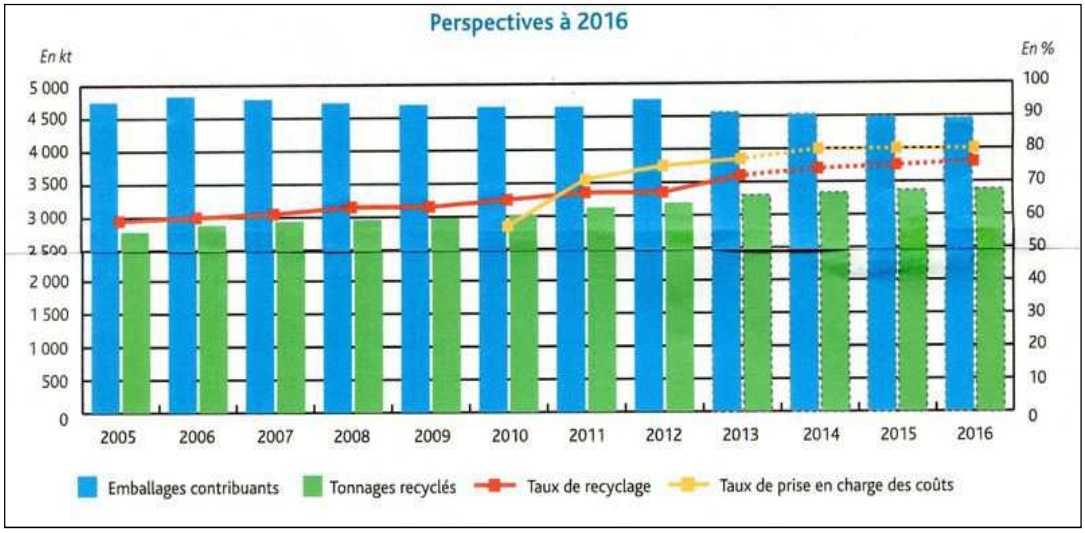
Avec le renouvellement des contrats de reprise dans le cadre du nouvel agrément, la part de la population en reprise option fédérations progresse en 2010 et 2011 et devient majoritaire pour les différents types de matériaux en collecte séparée sauf pour la brique et le verre.

Reprise des matériaux en 2012 :
Dans le cadre du nouvel agrément, p**rogression de la reprise par les fédérations.**



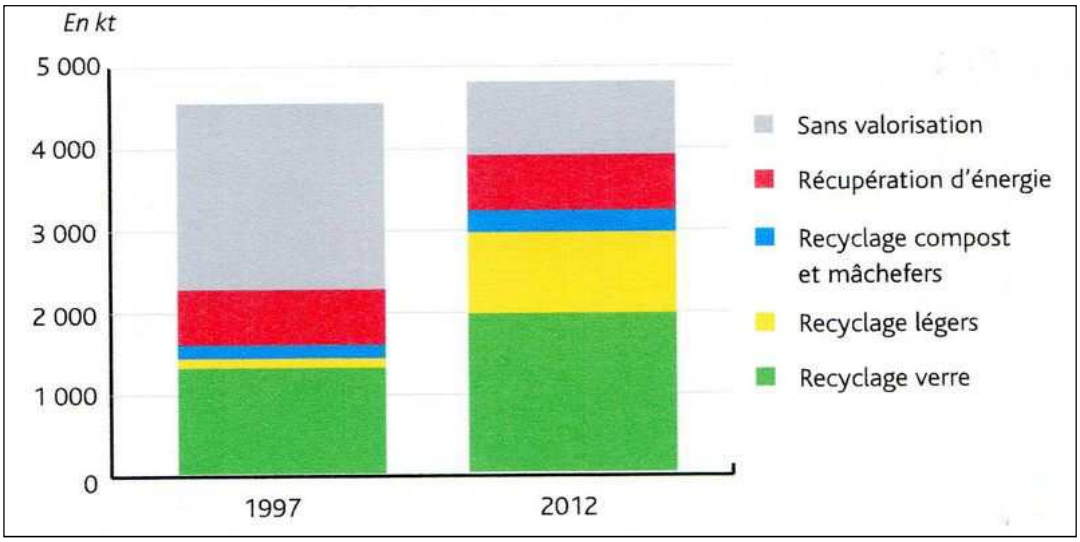
Pourcentage de la population par option de reprise

Les emballages ménagers
- L'article 46 de la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement fixe deux objectifs spécifiques aux emballages ménagers :
. Un objectif national de recyclage matière et organique de 75%;
. La couverture des coûts de collecte, de tri et de traitement à hauteur de 80% des coûts nets de référence d'un service de collecte et de tri optimisé.
le cahier des charges d'agrément entré en vigueur au 1er janvier 2011 intègre les dispositions devant permettre d'atteindre ces deux objectifs et comporte les éléments prévisionnels correspondants. Ces valeurs prévisionnelles pour 2013-2016 ont été reprises dans le graphique ci-dessous et mises en comparaison avec les évolutions constatées de 2005 à 2012.



Les tonnages d'emballages contribuant ont connu une légère hausse sur 2011-2012
. Les tonnages recyclés augmentent régulièrement
. L'entrée en vigueur du nouveau barème a conduit à une hausse des soutiens totaux aux collectivités de plus de 30%.
. La collecte séparée est devenue le mode de gestion prépondérant : 62% des tonnages de déchets d'emballages ménagers en vue d'un recyclage, moins de 20% pour l'absence de valorisation. Les tonnages de déchets d'emballages dans la

poubelle résiduelle ont diminué de plus de 40% entre 1997 et 2012 correspondant à une baisse de 21 kg/hab.



Evolution des modes de gestion des déchets d'emballages ménagers

Les autres déchets :

Les textiles usagés (Source MEDDTL) :

L'Article L.541-10-3 du code de l'environnement de la loi de finance 2007, avec son décret d'application publié le 27 Juin 2008, met en place un dispositif de responsabilité élargie du producteur pour les textiles usagés afin de pérenniser la filière de la récupération textile et d'augmenter les volumes collectés sélectivement.

Cet article de loi prévoit que sur le même modèle d'organisation pour les déchets ménagers, et les D3E, tous les acteurs concernés par la diffusion de textiles contribuent au recyclage et au traitement des déchets issus de leurs produits en organisant un système individuel approuvé par le pouvoirs publics, ou en adhérant à un organisme ad-hoc auquel ils apportent un soutien financier pour effectuer cette tâche.

Dans ce dernier cas, l'organisme reverse des soutiens financiers aux opérateurs de tri et de recyclage pour la prise en charge d'une partie des frais occasionnés par les opérations que ces derniers effectuent.

Ce dispositif doit favoriser l'insertion de personnes rencontrant des difficultés au regard de l'emploi.

Les déchets d'imprimés (Source MEDDTL) :

Depuis le 1er Juillet 2008, tous les imprimés papiers sont soumis à contribution, qu'ils soient gratuits ou non, sollicités ou non (article 84 de la loi de finances 2008) ; à l'exception des imprimés délivrés dans le cadre d'une mission d'un service public et découlant d'une loi ou d'un règlement, ainsi que les livres et publications de presse telles que la loi les définit.

Les envois de correspondances à l'exclusion du publipostage, ont bénéficié d'un report de contribution au 1er Janvier 2010.

La loi définit les destinataires ou utilisateurs finaux, ce qui permet d'inclure les imprimés destinés au milieu professionnel générant des déchets collectés par les collectivités territoriales.

Les donneurs d'ordre doivent contribuer à la collecte, la valorisation et à l'élimination des imprimés qu'ils font émettre, soit en versant à « Ecofolio » organisme agréé par les pouvoirs publics, une contribution financière qui est reversée aux collectivités territoriales, sous forme de soutien, soit en mettant à la disposition de ces dernières des espaces de communication sur la bonne gestion des déchets.

A défaut d'une contribution volontaire, le producteur est soumis à la taxe générale sur les activités polluantes au taux de 0,90 euro par kilo.

Les pneus usagés (Source MEDDTL)

Le décret relatif à l'élimination des pneumatiques usagés, publié le 29 décembre 2002 est entré en vigueur un an plus tard. Il vise à améliorer la collecte et le traitement des quelques 350 000 tonnes de pneumatiques qui arrivent en fin de vie chaque année. Il prévoit que la collecte et l'élimination des pneumatiques usagés incombent aux producteurs ou importateurs de pneumatiques, dans la limite des tonnages mis sur le marché l'année précédente.

Pour ce faire, quatre organismes ont été créés. L'implication des producteurs permet d'assurer un traitement de pneus usagés dans des conditions satisfaisantes.

Les débouchés existent et se multiplient : Les pneumatiques usagés peuvent être rechapés en vue d'un réemploi. Ils peuvent servir à fabriquer des revêtements après granulation et broyage fin pour utilisation sur : des pistes d'athlétisme, des pelouses artificielles, des sols amortissants, des aires de jeux d'enfants ou des manèges.

Ils sont également utilisés en co-incinération en cimenterie, dans des conditions que beaucoup jugent dangereuses sur le plan sanitaire.

Des objectifs d'élimination des stocks existants sur une période de six ans ont été négociés.

L'application de ces accords a permis une résorption de ces stocks, qui sont importants. Afin d'éviter une saturation des débouchés, l'évacuation devait intervenir d'une manière progressive sur une période totale de six ans.

Les déchets toxiques en quantités dispersés (DTQD)

De quels produits s'agit-il ?

Des huiles de vidanges, des tubes fluorescents, des solvants organiques ou halogénés, des produits phytosanitaires, des acides etc…….en résumé des « DIS ménagers ».

Qui les utilisent ?

Les ménages, les artisans, les pressings, les dentistes prothésistes, les paysagistes, etc.

Leur gisement est mal connu et mal pris en charge par les dispositifs des collectes actuelles.

Ils sont souvent jetés dans l'eau ou les ordures ménagères, gestes ayant des impacts sanitaires et environnementaux. Sans autres consignes, il faut les ramener en déchèteries.

Les BTP

Un levier important pour favoriser le recyclage est l'obligation d'établir un diagnostic préalable aux travaux de déconstruction et de réhabilitation des bâtiments.

Il paraît nécessaire de structurer les filières de recyclage et de revalorisation encore peu développées.

Les actions à mener consistent à :

. Rendre le recyclage plus économique que la mise en décharge.

. Développer la démolition sélective pour séparer différents matériaux. Ces opérations sont plus répandues en Grande Bretagne et en Allemagne.

. Structurer les réseaux locaux de recycleurs (opérateurs et centres de tri).

. Contrôler les déchets récupérés et réutilisés sur l'ensemble des chantiers se trouvant à des distances raisonnables.

. Structurer une filière du plâtre.

. Améliorer le suivi et le contrôle du recyclage des déchets dangereux, notamment les déchets amiantés des BTP.

La gestion des Déchets Industriels Spéciaux (DIS)
**** A consulter aussi les sites internet du MEDDTL et d'INERIS ****
Contrairement aux DIB, qui sont assimilés aux déchets ménagers, les Déchets Industriels Spéciaux (DIS ou DID) présentent une ou plusieurs propriétés dangereuses et nécessitent un traitement particulier.
L'identification et la caractérisation de ces déchets dès leur production sont des éléments essentiels pour la maîtrise des risques dans cette filière. Le rôle du producteur est donc particulièrement important.
Produits en petites quantités par les ménages ou les industries, les Déchets Dangereux Diffus (DDD) sont également appelés Déchets Toxiques en Quantités Dispersés (DTQD). Ils sont collectés et regroupés avant d'être traités dans des filières spécifiques.

Les propriétés d'un déchet dangereux
Ils peuvent être :
. Explosif sous l'effet d'une flamme ou sensibles aux chocs ou aux frottements.
. Comburant au contact d'autres substances, notamment de substances inflammables qui présentent une réaction fortement exothermique.
. Facilement inflammable :
- Si le point d'éclair est égal ou supérieur à 21°C et inférieur ou égal à 55°C.
- A l'état gazeux à pression normale, **ou au contact de l'eau ou de l'air humide**, produisant des gaz facilement inflammables en quantités dangereuses,
- A l'état liquide, si le point d'éclair est inférieur à 21°C, ou pouvant s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante, sans apport d'énergie,
- A l'état solide peuvent s'enflammer facilement par une brève action d'une source d'inflammation et qui continuerait à brûler ou à se consumer après l'éloignement de la source de chaleur,
- **Irritant** par des substances et préparations non corrosives qui par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau et les muqueuses.
- Nocif par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques de gravité limitée.
- Corrosif qui en contact avec des tissus vivants peuvent exercer une action destructrice sur ces derniers.
- Infectieux, contenant des micro-organismes viables, ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants.
- Cancérogène qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire le cancer ou en augmenter sa fréquence.
-Toxique par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques graves, aigus ou chroniques, voire la mort.
- Toxique pour la reproduction, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.
- Mutagène pouvant par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.
- Ecotoxique, présentant ou pouvant présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement.
Ce peut également être des substances ou préparations susceptibles, après élimination, de donner naissance, par quelque moyen que ce soit, à une autre substance, par exemple un lixiviat qui possède l'une des caractéristiques énumérées ci-dessus.

Les bonnes pratiques
La CNAM préconise et détaille les six principes suivants (Recommandation CNAM R288 R16) :

. Réduire la production des déchets
. Récupérer les déchets
. Caractériser les déchets
. Prévoir les méthodes d'élimination
. Assurer un échange d'informations avec les sociétés spécialisées dans l'élimination
. Informer les utilisateurs des produits fabriqués et de leurs méthodes d'élimination
La caractérisation des déchets est destinée à connaître les principales propriétés des DIS.
Une fois les propriétés des DIS connues, il convient de former le personnel aux dangers présentés par les déchets en question : Aux règles de tri et aux procédures de gestion ; de veiller à la résistance mécanique et thermique des emballages par rapport aux contenus, et à l'exposition aux intempéries ; à la stabilité chimique.
Il peut être judicieux de vérifier la compatibilité des déchets destinés à être mélangés et s'assurer que le mélange obtenu ne sera pas plus difficile à traiter que les déchets pris séparément.
Les démarches suivantes sont utiles :
. Nettoyer soigneusement les matériels utilisés successivement pour des déchets différents.
. Etiqueter les contenants en indiquant la nature du déchet, ses propriétés dangereuses et libellés les contenants avec des pictogrammes adaptés.
. Prendre les mesures nécessaires à la protection de la santé et de la sécurité des personnes exposées avec une mise à disposition d'équipements de protection individuels ou collectifs
. Organiser des collectes régulières afin de réduire le volume des déchets stockés.
. Renseigner et archiver le bordereau de suivi des déchets dangereux.
Enfin, la réduction de la production des déchets peut être obtenue en modifiant les procédés ou encore en substituant certains produits à d'autres ou en favorisant la reprise des déchets par les fournisseurs de produits.

La gestion des déchets dangereux (DIS)
Elle est encadrée par des exigences réglementaires spécifiques
Les déchets sont répertoriés dans la nomenclature des déchets, détaillée dans l'annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement. Cette liste détaillée permet d'affecter un code à 6 chiffres à un déchet en fonction de la source de production du déchet et de sa nature.
Les bonnes pratiques de gestion des déchets sont favorisées par le respect des réglementations spécifiques aux déchets industriels dangereux.
En ce qui concerne les PCB, une campagne nationale de communication a été engagée pour éliminer ou décontaminer des équipements contenant des PCB. Il y a toujours chez des particuliers des appareils dangereux restés en place par négligence ou par oubli.

Réglementation
Planification
Les plans régionaux d'élimination des déchets industriels ou PREDIS organisent la réflexion des différents acteurs pour définir les besoins de la région (besoin de capacités, principes de prévention de la production de déchets, de leur gestion, etc...). L'élaboration de ces plans est de la compétence des Conseils Régionaux en application de la loi :
« Démocratie de proximité » du 27 février 2002 prise dans le cadre de la décentralisation.
Les déchets dangereux sont traités par les établissements industriels qui les produisent ; par des entreprises spécialisées ou transportés pour enfouissement dans des centres collectifs spécialisés (CSDU classe 1).

Les principaux modes d'élimination des déchets dangereux industriels sont l'incinération et le stockage. Deux textes encadrent ces activités : l'arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux (JO du 1er décembre 2002) et l'arrêté du 30 décembre 2002 relatif au stockage de déchets dangereux (JO du 16 avril 2003).

Incinération

Les prescriptions applicables aux usines d'incinération en matière de rejets atmosphériques, de rejets aqueux et de résidus solides sont les mêmes, que les déchets traités soient dangereux ou non dangereux. En revanche, des dispositions particulières sont prévues en ce qui concerne les modalités d'acceptation et de réception des déchets et les conditions de combustion lorsque l'installation incinère des déchets dangereux. On compte en France 16 centres collectifs d'incinération de déchets dangereux, 13 centres spécialisés dans l'évapo-incinération* et plus de 25 installations co-incinérant** des déchets (il s'agit pour l'essentiel de cimenteries).

Stockage

Les prescriptions techniques en matière de stockage (barrière géologique et drainage des lixiviats) visent à augmenter la sécurité du site en limitant les possibilités d'échanges avec le milieu naturel. En outre, les conditions d'admission du déchet sur le site renforcent cette sécurité. Le réaménagement du site et sa surveillance à long terme sont également prescrits. Il y avait en 2013 sur le territoire national 14 installations de stockage de déchets dangereux (Voir annexe 2). En addition, nous avons récemment constaté l'enfouissement d'amiante à Montmirail dans la Sarthe.

Information

Les commissions locales d'information et de surveillance permettent aujourd'hui aux associations et aux élus de suivre les différentes phases de l'exploitation d'une installation de traitement.

Analyse des accidents

L'analyse des accidents montre que le stockage et/ou le traitement des déchets industriels dangereux génère des risques d'accidents plus importants que dans le cas des déchets non dangereux. Ceci est lié au comportement particulier de ces déchets, dont les propriétés dangereuses ne sont pas toujours identifiées.

La connaissance des dangers présentés par les déchets favorise un meilleur tri et permet d'adapter les mesures de prévention techniques et organisationnelles pour la manipulation ou le stockage des déchets, puis de choisir une méthode de traitement ou d'élimination appropriée. Ceci contribue également à une meilleure information de l'ensemble des personnes exposées aux risques, chez le producteur mais aussi tout au long de la chaîne de collecte et de traitement et/ou d'élimination.

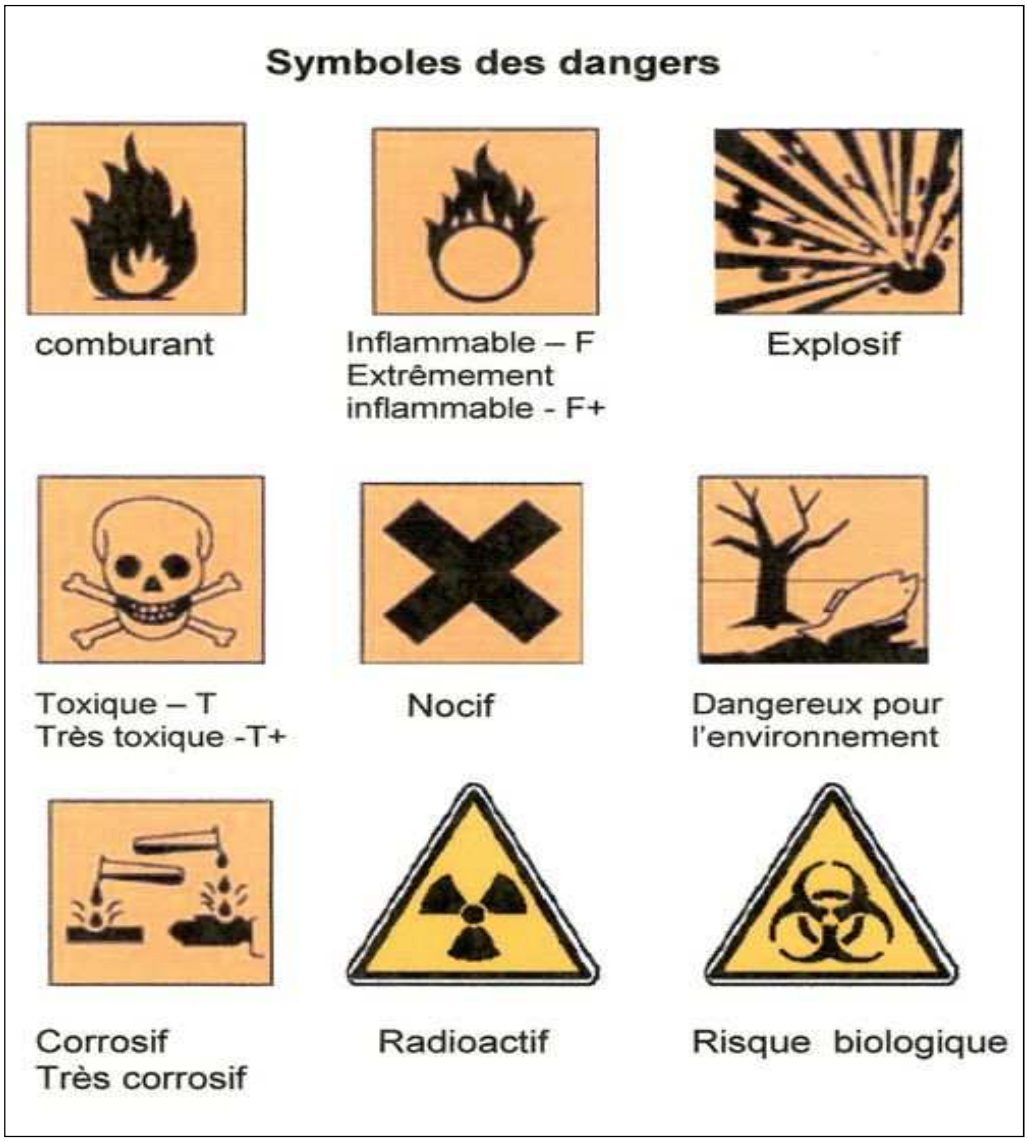
Important

Il y a un impératif de séparation des DIS de la matière organique présente dans les O.M destinée au compostage. Il ne faut pas polluer et dégrader les sols par inconscience !

NB

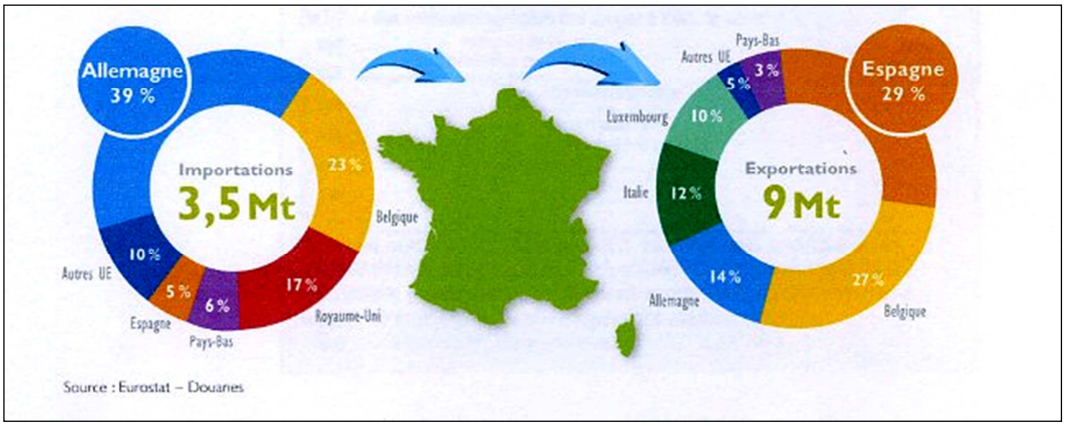
** L'évapo-incinération est une technique de séparation par évaporation de la vapeur d'eau et d'un nombre de composés organiques volatiles entraînés dans la phase gazeuse, et qui sont détruits à la température de l'évaporateur ; et d'une fraction de liquide concentrée. Cette fraction est ensuite incinérée dans un incinérateur de déchets.*

*** La co-incinération consiste à incinérer des déchets industriels dangereux, pneumatiques usés, et autres déchets résiduels organiques à haut pouvoir calorifique issus d'unités de tri mécano-biologique, en les utilisant comme combustibles de substitution dans des cimenteries.*

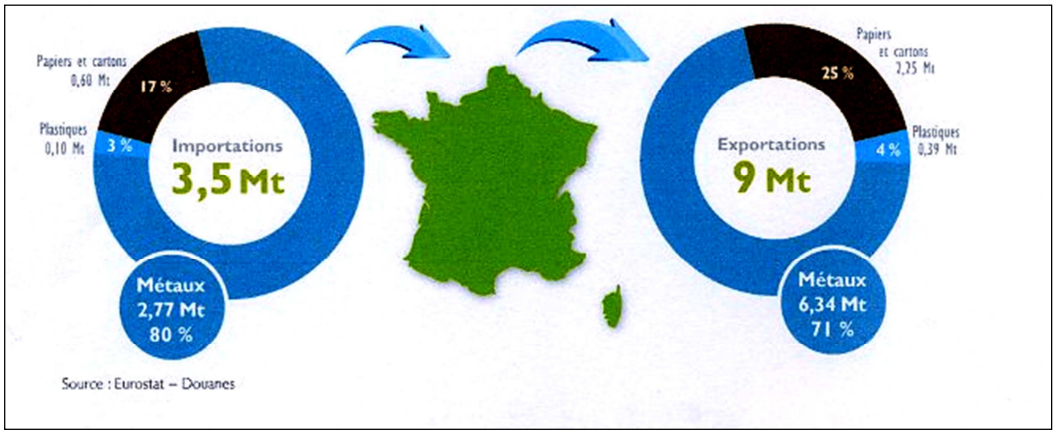


Les transferts transfrontaliers de déchets

Les états peuvent participer au réseau de mise en œuvre de la réglementation sur les transferts de déchets (''IMPEL TFS''). Ce réseau permet l'accès à la connaissance des pratiques des autres pays, ainsi qu'à des données et à des retours d'expérience étrangers.



Importations et exportations de déchets non dangereux en 2012



Importations et exportations de déchets non dangereux en 2012 par type de déchets

Synthèse des actions de prévention prévues pour 2014-2016

Axe	Action	Porteur principal	Porteur "en soutien"	Calendrier
REP	Renforcer le rôle des éco-organismes en matière d'éco-conception	MEDDE	Eco-organismes	Suivant le rythme de chaque filière
	Généraliser et professionnaliser le mécanisme d'éco-modulation	MEDDE	Eco-organismes	• 2014 pour les lignes directrices • Suivant le rythme de chaque filière pour l'application
	Donner un rôle aux éco-organismes en faveur du réemploi et de la réutilisation	MEDDE	Eco-organismes	Suivant le rythme de chaque filière
	Dresser un bilan des pratiques de sensibilisation des consommateurs via les filières REP	ADEME	MEDDE Eco-organismes	2016
Durée de vie	Se doter d'un vocabulaire technique commun sur la durée de vie des produits	MEDDE	LNE ADEME	2014
	S'entendre sur une définition de la notion d'« obsolescence programmée »	MEDDE	MEDEF, CGPME ONG environnementales ONG consommateurs	• 2014 pour la définition de la notion • 2015 pour les réflexions sur le délit
	Rendre la garantie légale plus compréhensible, la rallonger le cas échéant	MEDDE	MEDEF, CGPME ONG environnementales ONG consommateurs	• 2014 pour le document de référence • 2015 pour les réflexions sur le délai
	Évaluer, développer et promouvoir l'économie de fonctionnalité	MEDDE	ADEME MEDEF, CGPME	2015
Entreprises	Charte d'engagement volontaire des secteurs d'activité pour encourager à la prévention des déchets	MEDEF CGPME	MEDDE ADEME	2014
	Recenser, capitaliser et mettre à disposition les bonnes pratiques en entreprise	MEDEF CGPME	MEDDE ADEME	• 2014 : adaptation OPTIGEDE • 2015 : recensement et capitalisation
	Mise en place et diffusion d'un outil simple de calcul des coûts	ADEME	MEDEF, CGPME, Relais professionnels (CCI, CMA, IRP)	2014
BTP	Mise en place d'une action de sensibilisation spécifique à destination des maîtres d'ouvrages	ADEME	MEDEF, CGPME, FFB, FNTP, AIMCC, Relais professionnels (CCI, CMA, IRP)	2014
	Charte d'engagement volontaire des secteurs d'activité pour encourager à la prévention des déchets	FFB, FNTP, AIMCC	ADEME MEDDE	2014- 2015
	Identifier et étudier les leviers d'actions pour développer le réemploi des	MEDDE	CSTB, IDDRIM	2016

LA GESTION FINANCIERE DES DECHETS

- La fiscalité des ordures ménagères
- La dépense nationale liée à la gestion des déchets

o La fiscalité des ordures ménagères

La TEOM (Taxe d'enlèvement des O.M.)
Elle a été créée par une loi de 1926 et est régie par les articles 1520 à 1526 du Code Général des impôts.
L'avantage administratif de cette taxe est qu'elle est recouvrée par les services fiscaux moyennant 8% du produit collecté. Le contentieux relève comme en matière de contributions directes, des tribunaux administratifs.
C'est un impôt adossé à la taxe foncière payée par les propriétaires, mais il y a des exonérations ou des réductions.
Sont exonérés de plein droit :
. Les usines et tous les terrains et locaux situés dans leur enceinte.
. Les locaux sans caractère industriel ou commercial loués par l'Etat, les Départements, les Communes et les Etablissements Publics, Scientifiques, d'Enseignement, et d'Assistance affectés à un service public.
Elle est basée sur 50% de la valeur locative cadastrale du logement (assiette de la taxe d'habitation). C'est un impôt direct additionnel sans rapport avec le service rendu ; même l'absence de production de déchets par la propriété imposée est sans incidence sur la taxe à payer.
Elle ne tient pas compte du nombre de personnes au foyer ou des volumes collectés.
Les valeurs locatives cadastrales ont été établies à l'origine en 1970 pour les logements existants et calculées à partir d'information fournies avec les permis de construire.

Les paramètres suivants, objectifs et subjectifs, sont pris en compte dans le calcul de la valeur locative :
La catégorie du logement
Il existe 8 catégories de : 1. Grand luxe, à 8. Médiocre.
Ils se différencient par quatre critères :
. Le caractère architectural de l'immeuble
. La qualité de construction
. La conception générale
. L'équipement
La surface totale de l'habitation et des annexes, ainsi que :
. Le degré d'entretien
. La situation générale (avantages et inconvénients du quartier, de la Commune)
. La situation particulière (vue, exposition, bruit)
. L'existence d'un ascenseur
. L'équipement et le confort (eau courantes, gaz, électricité, sanitaires, etc.)

Ce système anarchique est complété par des dispositions absurdes :
. Les révisions des fichiers pour le parc ancien sont basées sur les seules déclarations de travaux nouveaux.

Cette taxe peut faire l'objet de taux différenciés pour des groupes de communes, chaque groupe ayant une fréquence de collecte similaire. Cette expérience conduite en 2005 dans Angers Loire Métropole, avait pour objet de faire payer le même prix pour le même service aux communes. L'Esprit de la démarche est louable, mais est basé uniquement sur le critère transport !

. Le résultat de cette logique administrative est que les bases au sein d'une commune, et entre communes ne sont pas homogènes. Ainsi, pour un même service pour des habitations comparables, le montant de la taxe peut être très différent.
. Cette méthode ne tient pas compte du problème de faire payer au contribuable, le juste prix pour le service qui lui est rendu.
. Le système est socialement injuste : Il pénalise des veuves, des retraités avec des petits moyens qui vivent parfois dans de grandes maisons parce qu'ils ont élevé de grandes familles.

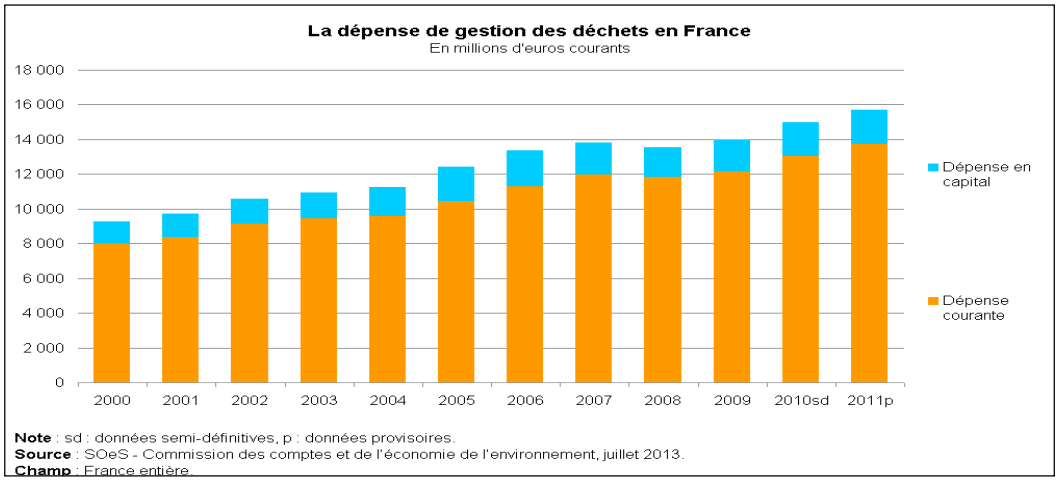
La REOM (Redevance incitative)
Créée par la loi de finance de 1974, la Redevance est régie par l'article L.2331-4 du Code général des Collectivités locales.
La collectivité qui finance son service déchets par la REOM doit déterminer le montant global des dépenses de façon à adapter la structure de tarification en coûts fixes et variables.
Ce n'est pas un impôt mais la contrepartie d'un service tel le gaz, l'électricité et l'eau. Il est donc nécessaire que l'usager perçoive le coût du service rendu et ajuste son comportement en conséquence.
Le montant variable doit être proportionnel au service rendu, évalué par différents critères :
. En apport volontaire, ou
. En porte-à-porte en fonction du poids ou volume du conteneur, ou fréquence de présentation du bac.
La pesée embarquée
Elle nécessite des investissements pour équiper les camions, et les bacs de puces électroniques et contraint les chauffeurs parfois à exercer une comptabilité.
Les objections du type : *« les ménages qui doivent se séparer des couches des jeunes enfants seront pénalisés* » sont de faux arguments dès lors qu'il peut être inscrit dans la mémoire de la puce électronique les éventuelles remises justifiées que souhaiteraient consentir les collectivités à une catégorie, ou plusieurs catégories de contribuables, et il est aisément possible d'en tenir compte dans la facturation.
En milieu urbain dense il est impossible d'avoir un bac par foyer. Il n'est possible de gérer le système que par ensemble immobilier.

Nous pensons qu'une charge financière appliquée à un nombre restreint de personnes pourrait sensibiliser le groupe sur la possibilité d'économies directes. Les critères de répartition seraient définis au sein des groupes (locataires ou propriétaires), ou par un règlement de la collectivité. Cette démarche conduirait une majorité à un effort collectif si l'effet sur le porte-monnaie des parties prenantes devenait palpable.
Une autre solution serait l'utilisation de sacs prépayés pour les déchets non recyclables, utilisée avec succès en Belgique et à Bâle en Suisse. Le prix des sacs ne serait pas nécessairement élevé. Ils pourraient être disponibles dans les mairies, voire les supermarchés. Les sacs ayant été payés par anticipation, Il n'y aurait pas de risques d'impayés, et aucun intérêt à tricher. Le système de collecte resterait inchangé.
Il est envisageable que les frais fixes soient répartis par foyer, par le nombre de personnes au foyer ou tous autres critères à connotation plus sociale.
Ces niches fiscales (pour tenir compte des familles nombreuses, ou à faibles revenus) peuvent être introduites dans le terme fixe pour rendre la REOM socialement plus acceptable, mais le budget doit impérativement rester en équilibre.

Incivisme

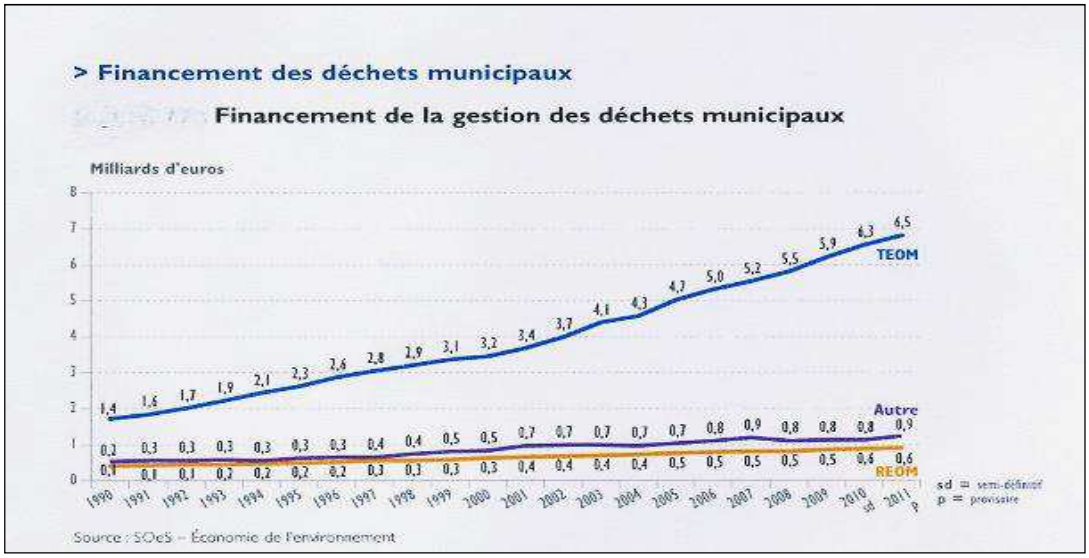
L'incivisme, serait-il plus élevé dans l'application de la REOM que la TEOM ?
L'Ademe estime qu'un pour cent des particuliers seraient insensibles aux appels au sens civique. Tous les efforts doivent être orientés pour maintenir ce niveau au plus bas possible.
La conduite automobile implique le respect du code de la route, et nul ne peut ignorer la loi. Nous pensons que le même principe « de bonne conduite » doit s'appliquer pour gérer le problème des déchets.

- **La dépense nationale liée à la gestion des déchets (SOeS)**



Le premier poste de dépense de protection de l'environnement en valeur concerne la gestion des déchets, qui atteint 15,7 milliards d'euros en 2011. La dépense courante (13,7 milliards d'euros en 2011) est composée de la dépense de gestion des déchets pris en charge par le service public, des achats de sacs-poubelle par les ménages, de la dépense de gestion des déchets des entreprises (non pris en charge par le service public) et de la dépense de nettoyage des rues.
Les entreprises financent près de la moitié de la dépense totale de gestion des déchets. La part des ménages s'accroît depuis 2000, passant de 29 % à 34 % en 2011. Cette évolution va de pair avec la hausse constante de la taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM), le plus souvent supérieure à 6 % par an depuis 2000.

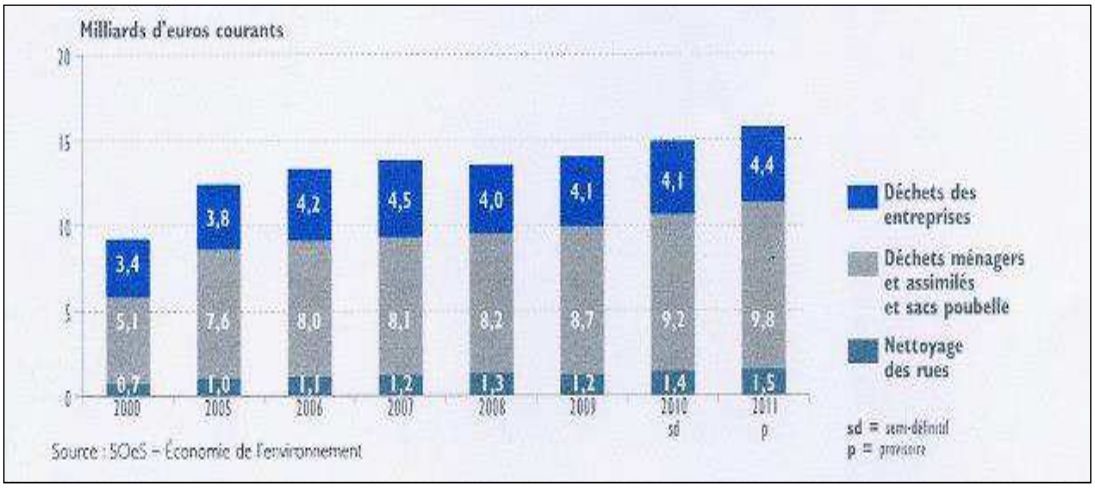
Financement des déchets municipaux



Dépenses totales de gestion des déchets ménagers



Evolution des dépenses totales selon le gestionnaire des déchets



LOIS ET REGLEMENTS

- Le Grenelle de l'Environnement « 1 » et l'évolution de la législation
- Le plan départemental de traitements des déchets ménagers et assimilés
- La commission locale d'information et de surveillance (CLIS)

o Le Grenelle de l'Environnement « 1 » et l'évolution de la législation

Prévention des déchets

L'Assemblé Nationale

Les principaux objectifs adoptés par l'Assemblée Nationale le 21 oct. 05 (site du MEDD) été :

1) Réduction de la production des déchets ménages et assimilés sur 5 ans de 7%.

2) Augmentation du recyclage de la « matière et organique » pour les déchets présents dans les déchets ménagers et assimilés vers des filières biologiques de :

.. 24% en 2004 à

.. 35% en 2012, et

.. 45% en 2015.

Pour les déchets d'emballages ménagers et les déchets des entreprises :

.. Ce taux été fixé à 75% dès 2012**.**

***Cet objectif n'a pas été atteint*.**

3) Limitation des quantités incinérées ou enfouies : diminution de 15% à l'horizon 2012**.**

***Cet objectif n'a pas été atteint*.**

La chambre a réaffirmé le caractère prioritaire de la réutilisation, du tri, du recyclage, et de la valorisation énergétique des déchets résiduels. Elle a également complété le texte du projet de loi par :

. Le recours au renforcement de l'écoconception

. La fixation d'un objectif de 75% de recyclage de la **« matière et organique »** des entreprises hors bâtiment et travaux publiques, agriculture, industries agro-alimentaire et activités spécifiques.

. La mise en place d'une fiscalité dissuasive sur les installations de stockage et d'enfouissement, et les produits fortement générateurs de déchets, afin de financer les actions de la nouvelle politique de gestion globale des déchets.

. La nécessité d'incorporer dans un délai de dix ans une part variable dans la redevance et la TEOM, pouvant prendre en compte le poids des déchets et leur nature.

. L'extension des responsabilités du producteur, afin de mieux gérer certains flux comme ceux des activités de soins à risques, et déchets dangereux diffus des ménages.

. La réduction du suremballage.

. La possibilité pour les communes d'exonérer de taxe foncière pendant cinq ans les immeubles à vocation professionnelle qui se raccordent à une unité de traitement des déchets.

La planification et la gestion de l'élimination et le traitement des déchets

Les plans de gestion intègrent la prévention et la valorisation des différents flux de déchets ainsi que l'organisation géographique de leur traitement au niveau des territoires. Ils présentent des scénarios cohérents avec les objectifs nationaux et proposent les moyens pour les atteindre.

Il existe quatre types de planifications :
1) Les plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés.
2) Les plans régionaux d'élimination des déchets industriels spéciaux.
3) Les plans régionaux d'élimination des déchets de soins à risques infectieux.
4) Les schémas de gestion des déchets du BTP.

- **Le Plan Départemental de traitement des déchets ménagers et assimilés « L'Essentiel »**

(Source Principale de Documentation : Le Plan Départemental de Vendée)

Nous avons jugé utile de décrire ci-après « l'essentiel » d'un Plan Départemental.
Un plan doit permettre une optimisation des moyens des collectivités. Ne doit pas servir de compilation de décisions prises dans un état d'esprit d'indépendance par les élus.
Les sujets les plus importants à développer dans un Plan Départemental de Traitement des Déchets sont abordés de manière synthétique.

- **Une directive européenne impose aux Etats membres d'élaborer des plans de gestion des déchets**. **Cette compétence a été transférée par l'Etat aux Départements.**

Le Président du Conseil Général peut déléguer cette responsabilité au Préfet.
Ces plans ou des révisions de ces plans doivent dans leur préparation tenir compte des avis d'une Commission Consultative composée de représentants des communes et de leurs
Groupements, du Département, de l'État, des Organismes Publics intéressés (Comité Départemental de l'Hygiène, la Drire,..) des professionnels concernés et des associations agréées.

Nous regrettons que de nombreux plans départementaux sont inexistants ou pas à jour, malgré l'aide de l'Ademe.
L'ETAT n'a jamais contraint les collectivités à respecter la loi. Cette situation ubuesque rendra plus difficile la réalisation des objectifs inscrits dans le Grenelle.

- **Procédure**

Le plan départemental ou des révisions de celui-ci sont développés selon une procédure identique (article L.541-15 alinéa 2 du code de l'environnement)
- Un plan ou un plan révisé avec le rapport environnemental correspondant doivent être soumis à enquête publique.
- Accès à l'Information du Public :
Ce droit à l'information est précisé par les articles R.125-1 et suivants du Code de l'Environnement. Ce document relatif à la gestion des déchets dans le département doit être mis à la disposition du public.
Toute personne a le droit d'être informée sur les effets préjudiciables sur la santé de l'homme et l'environnement en raison du ramassage, du transport, du traitement, du stockage et du dépôt des déchets, ainsi que sur les mesures prises pour prévenir ou compenser ces effets.

- **Ces documents doivent comprendre :**

. Les principaux textes législatifs ou réglementaires relatif à l'élimination des déchets.
. Un recensement de la nature et des quantités de déchets produits dans le département.
. Une description des modalités d'élimination des déchets et une liste des installations d'élimination existantes situées dans le département.

. Le ou les plans d'élimination des déchets du département, si plusieurs zones ont été créées.

- **La nature des déchets pris en compte**

Les déchets dont l'élimination est planifiée au niveau départemental, sont tous ceux qui sont assimilés aux déchets ménagers du fait de leur mode commun d'élimination :
1) Les déchets des ménages ainsi que les déchets occasionnels des administrations, des établissements commerciaux et artisanaux pris en charge par le service public : en font également partie les huiles usagées, les piles, les DMS (déchets ménagers spéciaux), les déchets verts, les inertes et gravats, les déchets électroniques et électriques, les encombrants ménagers, les déchets liés à l'usage de l'automobile (pneus, batteries)
2) Les déchets des collectivités :
. Des espaces publics : parcs et espaces verts, foires, voiries, marchés.
. Les déchets de l'assainissement (boues de STEP et de potabilisation, matières de vidange, graisses, …)
3) Les déchets de l'agriculture et de l'agroalimentaire.
4) Il paraît souhaitable de tenir compte du potentiel de compost produit à partir de ces déchets.
5) Les Déchets Industriels Banals (DIB) :
Compte tenu de la nature de certains de ces déchets produits par les entreprises et industries, ils ne peuvent tous être collectés et traités exclusivement avec les déchets ménagers (parfois séparation des DIS difficile). En conséquence, le Plan Départemental ne devrait présenter que des recommandations quant à la gestion de ces déchets.
6) Les Déchets Ultimes :
Les déchets ultimes sont ceux qui ne peuvent plus faire l'objet d'une valorisation ou d'un recyclage par les filières d'un Plan Départemental.

- **Le document doit présenter :**

1° Un inventaire des types, des quantités et les origines des déchets à éliminer,
2° Un recensement des installations de traitement existantes.
3° Les évolutions démographiques et économiques prévisibles :
4° Les secteurs géographiques les mieux adaptés pour la construction de nouvelles installations de traitements et d'enfouissements.
5° Le plan doit préciser en matière de collecte, de tri et de traitement des déchets :
a) Les mesures qu'il est recommandé de prendre pour contenir l'augmentation de la production de déchets ménagers et assimilés,
b) Les quantités de déchets à éliminer selon leur nature et leur origine à des échéances de 5 et 10 ans
c) Les diverses catégories de déchets qui, à des échéances de 5 et 10 ans, seront recyclés, utilisés en tant que source d'énergie, incinérés sans récupération d'énergie, ou enfouis.
(Des prévisions au-delà relèvent de regards dans une boule de cristal.)
d) Les solutions retenues doivent permettre que les objectifs nationaux de valorisation des déchets d'emballages soient respectés.
L'efficacité en matière de résultats passe par une fixation de calendriers de mise en œuvre et un suivi des réalisations. La création d'une banque de données sur internet pourrait faciliter l'accès à une information comparative. Cela permettrait aux acteurs du système d'améliorer leurs performances par un échange d'expériences.

Pistes de réflexions pour planifier de nouvelles installations :
Toutes les capacités de traitements existantes dans le département doivent être utilisées ou réutilisées (cas des ISDND) avant de créer de nouvelles capacités. Une attention particulière doit être accordée pour éviter des surcapacités dans des installations nouvelles
. Opter pour une complémentarité de technologies, sans oublier :
.. Les avancées technologiques et leurs implications à moyen terme,
.. La durée de vie d'unités de tri mécanique, est de 10 à 12 ans, et à la fin de cette période une nouvelle génération de matériels peut paraître,
.. Une unité de tri mécano biologique produit du compost, et une unité de méthanisation du gaz méthane et du compost. Il n'est pas indispensable de coupler ces usines.
.. Dans une unité de méthanisation des digesteurs peuvent être ajoutés en fonction des besoins.
.. Dans des incinérateurs des fours peuvent être rajoutés pour faire face à un éventuel accroissement de la production de déchets.
.. Etre attentif à la comparaison des coûts entre incinération et traitement biologique. Le traitement biologique est moins onéreux, et beaucoup plus flexible.
.. L'intérêt des sociétés d'ingénierie est de construire les usines les plus importantes aux frais des contribuables ; celui des prestataires de services est ensuite de transporter d' ailleurs, des déchets sur les distances les plus longues possibles pour combler les déficits de capacités de traitements, et toujours aux frais des contribuables.
Ces comportements de financiers sont en contradiction avec le concept de « Développement Durable ».

- **Les Objectifs Communautaires de Protection de l'Environnement (Législation européenne)**

Ils ont été fixés par les Directives suivantes en ce qui concerne :
. Le cadre général de la réglementation des déchets (Directive no.75/442 du 15 juillet 1975,
Recodifiée par la Directive no.2003/12/CE du 5 avril 2006).
. Les objectifs poursuivis par cette réglementation est la protection de la santé de l'homme et l'environnement contre les effets préjudiciables causés par le ramassage (ordures ménagères), le transport (compost), le stockage, le traitement, le dépôt des déchets ultimes.
Au terme de cette directive, il est nécessaire d'œuvrer dans l'établissement de plans de gestion afin d'améliorer :
- La prévention de la production de déchets,
- La valorisation des déchets par recyclage
- L'utilisation de déchets comme source d'énergie.

- **Les objectifs nationaux de recyclage fixes des objectifs pour :**

1) Les emballages et déchets d'emballage
2) Les déchets biodégradables
3) Le gisement de déchets verts collectés en déchèteries valorisés à 100 %
4) Les déchets d'équipements électriques et électroniques
6) Les appareils ménagers et les distributeurs automatiques.

- **L'évaluation environnementale**

L'évaluation environnementale comporte l'établissement d'un rapport qui identifie, décrit et évalue les effets notables que peut avoir la mise en œuvre du plan sur l'environnement. Ce rapport présente les mesures prévues pour réduire et, dans la mesure du possible, compenser les incidences négatives notables que l'application

du plan peut entraîner sur l'environnement. Il expose toutes les solutions envisagées et explique les motifs qui ont milité en faveur du projet.

- **Unités de Compostage**

Les nuisances sonores et olfactives doivent être maîtrisées.
Les sources de production de compost doivent être répertoriées (déchets verts, O.M, agriculture, agroalimentaire, divers).
En matière de qualité un produit à la norme NF 44 051 doit être livré ayant une granulométrie satisfaisante pour faciliter l'épandage. Il est indispensable d'associer les Chambres d'Agriculture à cette surveillance.
Pour satisfaire à ces impératifs, certaines usines qui produisent du compost à partir d'O.M. ont actuellement recours à une maturation en mélangeant le compost gris avec des déchets verts (Launay Lantic, Varennes Jarcy).
Afin de réduire les coûts de transports et améliorer les bilans carbones correspondants, la possibilité de la maturation de compost sur site d'utilisation ne devrait pas être négligée.

- **Collecte et traitement de l'eau**

Un dispositif de collecte et de stockage permettant de favoriser le recyclage des eaux du procédé (lavage des sols et bâtiment, égouttures issues des zones de compostage,…) doit être mis en place, et si nécessaire, un traitement de ces eaux doit être envisagé.
Le traitement des lixiviats pourrait s'effectuer sur site par des procédés similaires à ceux rencontrés dans le domaine du traitement des eaux usées (décantation, dégradation biologique …) soit hors du site sur une station d'épuration d'eaux usées urbaines ou industrielles existantes (sous réserve que les caractéristiques physico-chimiques des lixiviats soient compatibles avec les procédés de traitement mis en œuvre sur la station).
Par ailleurs, afin de limiter les quantités d'eau de procédé, les phases de réception, de tri, de préparation, de fermentation, et de maturation seront réalisées dans des halls au minimum couverts.

L'indispensable pour créer une Installation de Stockage de **D**échets **N**on **D**angereux pour déchets ultimes **(ISDND) :**

. Les premières habitations ne doivent pas se situer à moins de 200 mètres des limites d'un **CSDU** devenu.

. Les conditions géotechniques doivent permettre l'enfouissement sans danger.

. Le sous-sol de la zone à exploiter doit constituer une barrière de sécurité passive, c'est à dire qu'il doit permettre d'assurer à long terme la prévention de la pollution des sols, des eaux souterraines, et de surface par les déchets et leurs lixiviats.

. La barrière de sécurité passive est normalement constituée du substratum du site qui doit présenter (de haut en bas) une perméabilité inférieure à 1.10-9 m/s sur au moins 1 mètre et inférieure à 1.10-6 m/s sur au moins 5 mètres.

. Le contrôle de la qualité des eaux souterraines :

Des réseaux de contrôle de la qualité du ou des aquifères susceptibles d'être pollués par les Centres de Stockage doivent être mis en place avant le début d'exploitation des sites.
Ils sont constitués de plusieurs puits de contrôle situés en amont et en aval hydraulique de la zone d'exploitation. Ces puits permettront le prélèvement périodique d'eaux souterraines qui seront analysées afin de détecter toute détérioration de leur qualité.
En cas de dégradation significative de la qualité des eaux souterraines, un plan d'action et de surveillance renforcée sera mis en œuvre par l'exploitant en accord avec la direction des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Les données nécessaires à l'établissement d'un bilan hydrique annuel de l'installation seront collectées (pluviométrie, ensoleillement, relevé de la hauteur d'eau dans les puits, quantités d'effluents rejetées). Ce bilan permettra de gérer les flux polluants potentiellement issus de l'installation et à réviser si nécessaire les aménagements du site.

. Commentaires concernant les mesures à prendre pour les ISDND anciens
Il est indispensable d'examiner les pollutions produites par les installations hors normes existantes et trouver les solutions compatibles avec la santé publique et la protection de l'environnement.

Aussi bien pour les nouveaux que les anciens ISDND, les nappes phréatiques doivent être protégées.

- **Réglementation concernant les installations classées pour la protection de l'Environnement (ICPE)**

Conformément aux dispositions du titre I du livre V du Code de l'environnement et du décret
N° 77-1133 du 21 Septembre 1977, les usines de traitement des ordures ménagères et autres résidus urbains ainsi que les stations de transit et les déchèteries d'une emprise supérieure à 2 500 m2 constituent des installations classées. Elles sont donc soumises à une procédure d'autorisation.
La procédure d'autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées comporte une enquête publique qui relève des articles R.123-1 et suivants du Code de l'Environnement.
Une étude de l'impact environnemental est obligatoire pour des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation et elle doit figurer dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter qui comprend, en outre ; une étude des dangers, une notice d'hygiène et de sécurité, et un volet d'impact sanitaire.
L'article L.512-2 du Code de l'environnement renforce l'interdépendance entre :
. L'instruction du dossier de demande de permis de construire, et
. L'instruction du dossier de demande d'autorisation d'exploiter. La demande d'autorisation relève d'une procédure administrative complète.
Le délai minimum maîtrisé (hors recours et initiative du Préfet) pour l'instruction administrative de la demande d'autorisation d'exploitation d'une installation classée est de 180 jours.
En effet, cette procédure inclut la consultation de nombreux services (DDAF, DDE, DDASS, Pompiers…) et de la population par le biais d'une enquête publique puis du Conseil Départemental d'Hygiène.
L'arrêté d'autorisation d'exploiter prescrit les mesures à mettre en œuvre pour assurer la préservation des intérêts de l'environnement.
La loi organise le contrôle des installations classées afin de vérifier le respect de l'arrêté.
Enfin, et particulièrement pour ce qui concerne les unités de tri mécano biologiques et compostage, ainsi que pour les centres de stockage des déchets ultimes, il conviendra de proposer pour ces installations des démarches de certification ISO 14 001 ou de Haute Qualité Environnementale (HQE).

- **Impacts sur le Patrimoine Culturel, Architectural, et Archéologique, et les Paysages**

Les dispositions du Code du Patrimoine relatives aux abords des monuments historiques, indique que toutes constructions ou travaux effectués dans un rayon de

500 mètres autour d'un monument historique nécessitent l'accord préalable de l'architecte des Bâtiments de France.
Dans tous les cas, et pour tous les sites retenus, un avis du conservateur régional de l'archéologie de la DRAC sera demandé.
Le rapport doit comprendre :
▪ Une analyse de l'état initial de l'environnement et des perspectives de son évolution exposant, notamment, les caractéristiques des zones susceptibles d'être touchées de manière notable par le projet.
▪ Une analyse exposant :
- Les effets probables de la mise en œuvre du plan sur la santé humaine, la diversité biologique, la faune, la flore, les sols, les eaux, l'air, le bruit, le climat, le patrimoine culturel architectural et archéologique et les paysages.
- Les incidences des risques technologiques : les stockages de méthane seraient à répartir si le risque d'explosion est important.
- Les mesures envisagées pour éviter, réduire et si possible compenser les impacts sur l'environnement.

o **La Commission locale d'information et de surveillance (CLIS)**

A quoi sert une CLIS ?
Ce sont des instances de concertation, de dialogue, et de surveillance entre les exploitants, les élus, les administrations et la population. Elles ont pour objectif d'informer les populations sur le fonctionnement et les impacts sur l'environnement et la santé des activités des installations de valorisation et traitement des déchets ménagers et assimilés.
Les CLIS peuvent intervenir dans l'élaboration d'un projet lors de l'extension d'un site, ou lors d'une situation conflictuelle. Elles sont tenues d'informer régulièrement des conditions d'exploitation de l'installation. Dans cet objectif, les exploitants sont tenus de présenter à cette commission, au moins une fois par an, un dossier annuel d'informations comportant:
- Une notice de présentation de l'installation avec l'indication des diverses catégories de déchets pour le traitement desquels cette installation a été conçue,
- L'étude d'impact jointe à la demande d'autorisation avec, éventuellement, ses mises à jour,
- Les références des décisions individuelles dont l'installation a fait l'objet en application des dispositions législatives des Titres I et IV du Livre V du Code de l'Environnement,
- La nature, la quantité et la provenance des déchets traités au cours de l'année précédente et, en cas de changement notable des modalités de fonctionnement de l'installation, celles prévues pour l'année en cours,
- La quantité et la composition mentionnées dans l'arrêté d'autorisation, d'une part, et réellement constatées, d'autre part, des gaz et matières rejetées dans l'air et dans l'eau ainsi que, en cas de changement notable des modalités de fonctionnement de l'installation, les évolutions prévisibles de la nature de ces rejets pour l'année en cours,
- Un rapport sur la description et les causes des incidents et des accidents survenus à l'occasion du fonctionnement de l'installation.

Par qui sont-elles créées ?
Elles sont créées à l'initiative du Préfet, par arrêté préfectoral et sont présidées par le Préfet ou son représentant. Le Préfet peut créer une CLIS pour chaque installation de traitement de déchets soumise à autorisation : incinérateurs, CSDU, unités de méthanisation, tri mécano-biologique.

Composition d’une CLIS :
La CLIS est composée, à parts égales, de représentants d'administrations publiques, de l'exploitant, de collectivités territoriales et d'associations de protection de l'environnement concernées, ou de riverains.
Le Préfet peut inviter aux séances de la commission toute personne dont la présence lui paraît utile.
Durée d’un mandat :
La durée du mandat des membres est de trois ans. Lorsqu'un membre est remplacé avant l'échéance normale de son mandat, son successeur est nommé pour la période restant à couvrir.
Fonctionnement :
La CLIS se réunit sur convocation de son président ou à la demande de la moitié de ses membres. Pour le bon fonctionnement de la CLIS, il est recommandé d'organiser une réunion par an, et plus particulièrement lorsque la situation locale le justifie.

LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL

- La certification Iso (International Standards Organisation)

- La norme ISO 14001
- La certification Iso (International Standards Organisation)

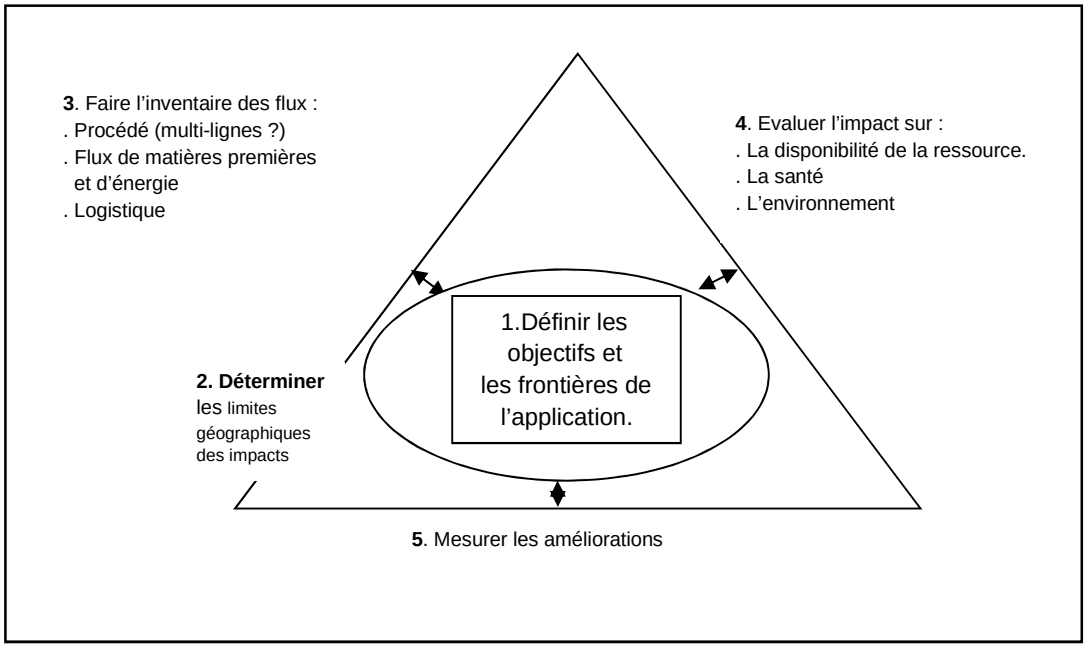
Une entreprise modèle doit être économiquement viable, socialement équitable, et respectueuse de l'environnement. La réglementation européenne et française tend à se rapprocher de cet idéal.
Tout modèle de ce type tient compte :
. Des flux des matières (entrant et sortant)
. De la consommation d'énergie nécessaire à véhiculer ces flux, sans quoi aucun processus n'est possible
. Du rejet des surplus d'énergie, des déchets, et de produits toxiques dans la nature, des impacts de son activité propre sur des parties prenantes.
Economie et protection de l'environnement font souvent corps commun, mais encore faut-il s'aventurer dans l'analyse des différentes situations. Un modèle universel n'existe pas !
Certains diront que cette analyse est trop compliquée et ne les concernent pas. Et pourtant, ils font partie du modèle le plus élémentaire qui consiste à faire du tri de leurs déchets, en séparant DIB de DIS. Nous devons les encourager à évoluer dans cette voie.
Beaucoup d'entreprises font déjà du contrôle de la qualité (beaucoup vont déjà au-delà : assurance qualité, management de la qualité, qualité totale). Certaines sont certifiées ISO 9000, ce qui implique une obligation de respecter toute une série de normes. Les normes ISO 14000 sont des outils de management environnemental sur la base d'une démarche volontaire qui ne comporte pas d'objectifs quantitatifs, mais implique un engagement formel pour la prise en compte permanente d'améliorations concernant la protection de l'environnement pour lesquels il n'existe pas de niveau de qualité absolue. Une amélioration continue de la performance environnementale est requise.
Ces procédures s'appliquent à des entreprises industrielles, commerciales, de services, des secteurs privés ou industriels. Les collectivités peuvent être considérées comme des activités de service, et en conséquence leurs performances peuvent être analysées de manière analogue à celle de l'industrie.
Ces évaluations n'ont de sens que si elles ont pour motifs :
. La réduction des déchets à traiter,
. La réduction, la substitution, ou l'élimination de produits toxiques.
. La réduction des émissions de gaz à effet de serre.
85% de l'énergie primaire utilisée est d'origine fossile (pétrole, charbon, gaz), et ils sont les principales sources d'émission de gaz à effet de serre (GES) qui sont à l'origine du réchauffement climatique. Chaque industriel doit réduire l'empreinte écologique de son activité.
Mais il existe aussi des raisons juridiques et marketing sans négliger l'aspect éthique pour mettre en place un système de Management Environnemental (SME) :
. Les contraintes réglementaires nationales et communautaires,
(En France, un exemple : la responsabilité civile est inscrite dans les articles 1382, 1383, 1384 du code civile et article 121-3 du NCP).
. La pression de l'opinion publique,
. L'image de marque d'une entité soucieuse de préserver l'environnement.
. L'émergence de coûts supplémentaires : assurances, étanchéité des surfaces, dommages causés aux biens et aux personnes, équipements de surveillance de la pollution, mise en conformité, gestion des déchets, traitements des sols, amendes à payer…

Il semble plus pertinent d'investir dans une technologie propre que dans des équipements de dépollution.
. La pression de la concurrence.
. L'impératif d'éviter les pollutions et leurs effets sur la faune et la flore.
Ce descriptif n'a de vocation que de décrire les principes de bases qui permettent une quantification d'économies possibles pour les entités qui l'exercent, mais se traduisent en définitif par des gestes forts de protection de la planète terre.
La démarche environnementale est devenue un souci majeur de l'humanité (problématique des efforts à fournir entre les pays « riches » du nord, et les pays en voie de développement), qui s'est manifestée dans le protocole de Kyoto. Ces objectifs sont impossibles à atteindre sans l'adhésion des gouvernements et des citoyens, mais également des entreprises et des collectivités territoriales pour réduire les gaz à effet de serre (CO2).
Impossible de mesurer les volumes des gaz en question dans l'atmosphère. Il faut se contenter de calculer leur incidence sur le réchauffement climatique. La méthode s'inscrit dans un bilan carbone.
Pour traduire ces principes en pratique, sans exclusive, il faut examiner les possibilités suivantes :
. Installer un procédé propre. Cela peut-être moins coûteux que mettre en place des équipements anti-pollution.
Les technologies propres contribuent de manière significative à la diminution de la charge polluante des rejets industriels, et donnent souvent des retours sur investissements intéressants.
. Optimiser un procédé existant avec un contrôle plus rigoureux des flux, ou un contrôle plus strict des pertes de matières premières et de rebuts de fabrication, ainsi que l'utilisation de l'énergie et de l'eau.
. Recycler, si possible, les matières,
Ces opérations se traduisent par des gains de productivité mais également par moins de rejet dans la nature.
. Diminuer les flux physiques, sans modifier la nature de la fabrication.
A titre d'exemple, l'éco conception permet de consommer moins de matière première. C'est une économie qui permet simultanément une réduction des émissions associée à la fabrication de l'objet.
. En transformant radicalement le procédé de fabrication par la recherche d'alternatives de traitement.
Des exemples existent tel le décalaminage mécanique en remplacement d'un traitement chimique, l'oxydation par le peroxyde d'hydrogène au lieu de l'hypochlorite de sodium, les traitements de surface sous vide qui font disparaître l'utilisation de bains et eaux de rinçage...
. Modifier la fabrication en utilisant d'autres matériaux.
En général, les possibilités de substitution sont souvent plus limitées et demandent plus de temps à réaliser. Cependant, l'approche ne devrait pas être négligée.
Mais les services généraux peuvent également être mis à contribution, pour :
. La régulation du chauffage des bâtiments ainsi que pour une amélioration de l'isolation.
. La mise en service d'ampoules basses tensions et la réduction de l'éclairage de nuit.
. La disposition aux endroits adéquats de poubelles et de conteneurs permettant de faire du tri dans des conditions d'hygiène réglementaires.
. L'utilisation du papier en recto verso, et l'utilisation de l'encre végétale pour les publications.
. L'élimination d'emballages pour la publicité envoyée par la poste…

La norme ISO 14001 :
Cette norme ne fait référence à aucune procédure d'audit particulière. C'est une démarche volontaire de chaque organisation. La certification par un organisme extérieur n'est pas obligatoire, mais assure la crédibilité de l'opération. Un SME ne doit pas être une fabrique à papier.
Le SME selon l'ISO 14001 est basé sur le principe de la roue de Deming, son concepteur. C'est une méthodologie dite PDCA « Plan, Do, Check, Act » dont la traduction est « Planifier, Mettre en place, Contrôler, Agir ».
Ces quatre démarches correspondent à :
. Fixer des objectifs pour améliorer la situation existante,
. Mettre en place les ressources pour les réaliser, en tenant compte de la réglementation.
. Suivre et évaluer les écarts entre objectifs et réalisations, puis communiquer des résultats.
. Redéfinir des objectifs, en fonction de l'évolution de la situation.
En bref, entrer dans une spirale d'améliorations.

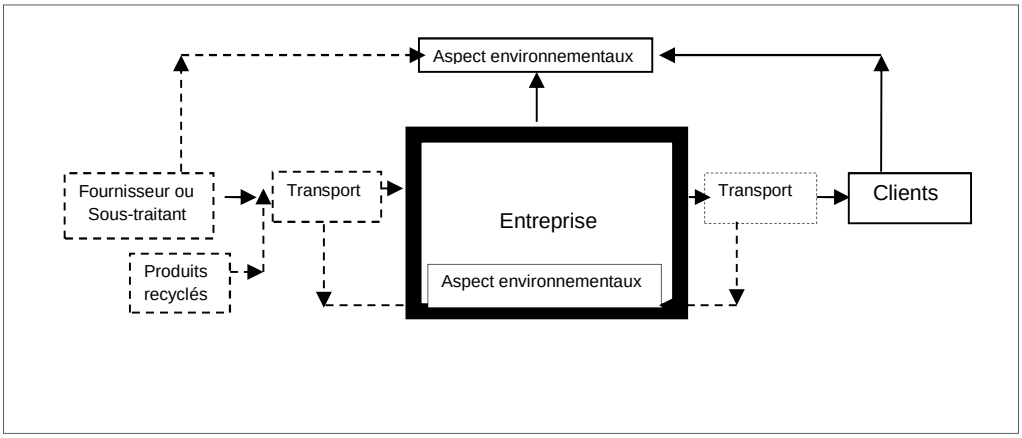
La méthodologie pour mettre en place une SME consiste à définir :
1. Le périmètre d'application du SME.
2. La portée géographique des impacts environnementaux.
3. Les flux : Il est nécessaire identifier les entrants et les sortants dans chaque périmètre de responsabilité, sans négliger les transformations du processus. Ces transformations peuvent être négligeables. Dans ce cas, elles sont à ignorer.
Elles peuvent produire des micropollutions ; il est capital d'en tenir compte dans le cadre de la médecine du travail.
4. L'évaluation de l'impact sur : La disponibilité de la ressource, la santé, la biodiversité.
5. L'évaluation des améliorations chaque fois que possible en association avec les parties concernées.

La figure ci-dessous schématise un inventaire des éléments de base d'un SYSTEME DE MANAGEMENT ENVIRONEMENTAL (SME).

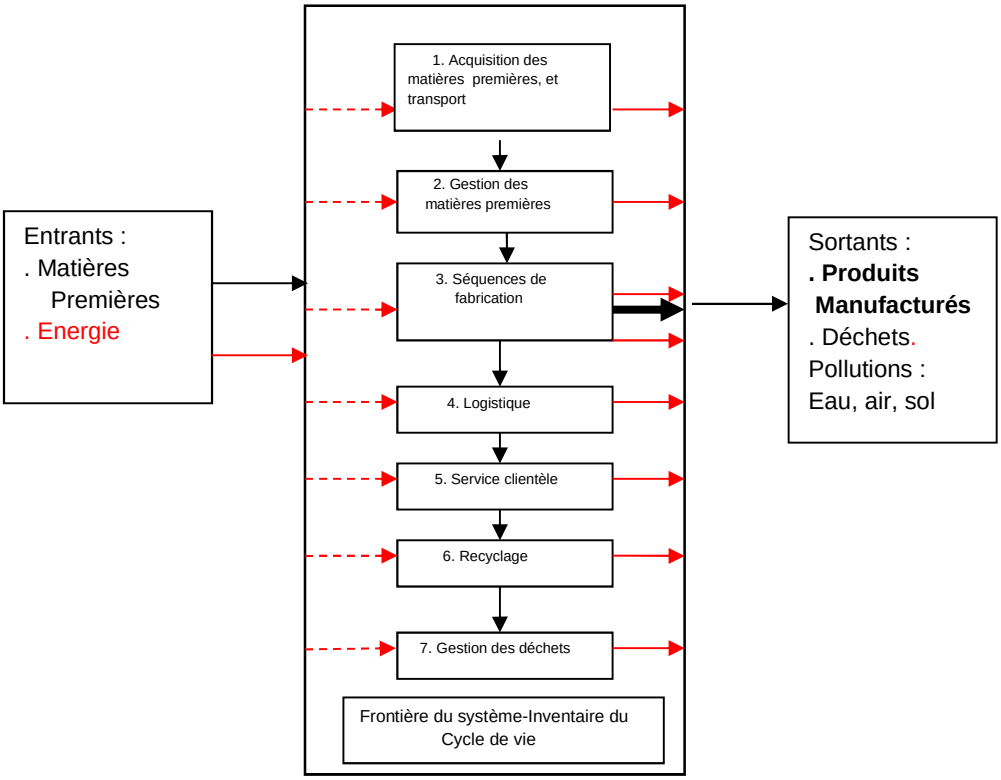


Certains estiment que le SME ne doit pas se limiter aux activités propres mais s'élargir d'une part aux fournisseurs (sous réserve que l'entreprise ait les moyens de

les influencer), et d'autre part aux clients (SAV), en ne négligeant pas les transports. L'information pourrait être communiquée à toute personne travaillant pour l'entreprise ou pour le compte de l'organisme.
Une entreprise peut imposer des valeurs limites de substances toxiques dans les livraisons, ou dans le niveau de bruit des matériels qu'elle acquiert, ou exiger des emballages recyclables. Elle peut choisir des machines moins énergivores.
En matière de service après-vente, elle devrait se pencher sur le recyclage des produits en fin de vie.
La figure ci-après est un schéma simplifié d'un SME d'une entreprise qui souhaiterait incorporer des contrôles qualité chez ses fournisseurs et apporter des améliorations dans son SAV.



Une ***approche*** globale nécessite un inventaire de ***cycle de vie*** (***ACV-*** voir schéma dessous) qui commence avec l'extraction de la matière première, et se termine par la consommation du produit ; en tenant compte d'opérations intermédiaires et connexes. Cela requiert du temps et de la ressource !



La chaîne de supermarché Casino a mis en place un étiquetage environnemental sur ses produits alimentaires avec le calcul systématique de l'indice carbone à partir d'une ACV. Les émissions de GES sont calculées pour les produits :
. Depuis la culture dans les champs, jusqu'à la distribution en clientèle ;
Et pour les emballages,
. Depuis l'extraction des matières premières jusqu'au recyclage.
…Et où est la source de l'information pour établir de tels schémas pour des produits existants ? Le service achats, la comptabilité analytique…et l'application d'hypothèses.
C'est évident que ce type d'étude est compliquée!

Comment optimiser la réduction des déchets et des produits toxiques ?
Il faut examiner les flux des matériels : contenus et contenants, de préférence dans le cadre d'un SYSTEME DE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL (SME).
Les contenus concernent les matières premières et les produits transformés ou fabriqués.
Parmi les questions à se poser :
Est-il possible de réduire ou éliminer certains flux ?
Peut-on utiliser des matériaux recyclés ?
Peut-on mieux régler les opérations pour réduire les rejets dans l'air, l'eau ou les déchets à incinérer ou à enfouir ?
Peut-on simplifier le fonctionnement d'un équipement et réduire les pièces nécessaires à son fonctionnement ?
Peut-on mieux gérer voir réduire les stocks ?
Peut-on réduire les emballages ou leur épaisseur en modifiant les cahiers de charges (également ceux des fournisseurs).
Les conteneurs adéquats ont-ils étaient installés pour réceptionner les DIB de DIS séparément en nombre et en volume suffisants ?
La démarche pour les produits toxiques est identique à celle des déchets. L'objectif à atteindre, si possible, est zéro utilisation ou production de produits toxiques.
Les micros pollutions ne doivent pas être ignorées.

La problématique santé concerne les entreprises, la Sécurité sociale, les CHSCT, et une Médecine Environnementale qui commence à prendre de l'essor.

DECHETS, POLLUTION, SANTE
Tout ce qu'il faut savoir…

DEUXIEME PARTIE

LE RECYCLAGE, LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT, L'ENFOUISSEMENT

● **LE RECYCLAGE**
○ La collecte et la logistique
○ La pesée embarquée
○ Le centre de tri
○ Que deviennent les matériaux récupérés des déchets ?
● **LE RECYCLAGE SECONDAIRE DES DECHETS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES (D3E)**
● **LE RECYCLAGE SECONDAIRE DES PLASTIQUES**
○ Schéma possible pour le recyclage de polystyrène expansé
● **LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES O.M**
● **LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 1 :**
○ Le compostage, le traitement mécano biologique (aérobique)
○ L'unité de Launay Lantic
● **LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 2 :**
○ La méthanisation (anaérobique)
○ L'usine d'Amiens
○ Les combinaisons de technologies : La méthanisation et le compostage
○ Le complexe de Varennes-Jarcy
○ Le « Biopole » d'Angers Loire Métropole
○ Unité de Lille Métropole
○ Propositions pour éliminer le plastique du compost
● **LES PROCEDES THERMIQUES :**
○ Composition d'une **U**nité de **V**alorisation **E**nergétiques (UVE)
○ Les différents types de fours
○ L'Incinération, la destruction des dioxines, les REFIOM, les mâchefers
○ L'Incinération, le point de la situation
○ La gazéification, la thermolyse, et la pyrolyse
○ La torche plasma
● **LES PROCEDES PHYSICO-CHIMIQUES**
○ La transformation de pneus en hydrocarbures, noir de carbone et récupération de l'acier
○ La conversion de plastiques usagés en gasoil
○ Ethanol produite à partir de cellulose (déchets vert et déchets ménagers) aux USA
○ Ethanol à partir de déchets ménagers, process Ebengoa (Espagne)
○ « Méthalandes », la méthanisation industrielle s'installe dans le monde agricole
○ **Les procédés métallurgiques**
● **L'ENFOUISSEMENT**
○ Une déchèterie moderne
○ Les ISDND ex CSDU
○ La rénovation d'une ISDND
○ Du carburant 100% méthane

LE RECYCLAGE

Dans une économie circulaire le recyclage commence par une collecte et une première séparation de déchets dans les points d'enlèvements. Ces opérations initiales sont suivies par un enchaînement de tris manuels ou automatisés, qui, accompagnés par les logistiques d'étapes adéquates, permettent à des déchets de devenir des matières premières.

Plus on trie au départ, moins nombreuses seront les opérations de séparations qui suivent avant réemploi.

La collecte dans des conteneurs séparés abaisse le risque que les déchets deviennent encore plus souillés et ainsi réduit le nombre d'opérations de lavage indispensables pour que ces matières soient commercialisables.

Les produits résultant de cet ensemble de tris doivent subir des opérations additionnelles dans des circuits de recyclages (secondaires) et de traitements complémentaires avant qu'ils retrouvent une nouvelle vie.

Par ailleurs, les déchèteries doivent être organisées pour permettre la collecte séparée des déchets verts, ceux des BTP, des encombrants…

La collecte et la logistique

Le transport est un élément important de coût dans le traitement des déchets.

En matière de développement durable, moins il y a de camions sur les routes, moins il y a production de gaz à effet de serre éjectée dans l'atmosphère. Le nombre de tournées ou circuits d'enlèvements, n'est pas à confondre avec la fréquence des collectes par tournée. Cette collecte chez les particuliers peut être réduite en équipant les camions de bennes ayant des parois séparatives.

- Quelques exemples :

. A Angers

Les camions bennes sont à compartiments uniques.

Le verre est collecté par apport volontaire, et une tournée séparée de collecte est réservée exclusivement pour l'enlèvement de ce produit.

Par ailleurs, un tri sélectif effectué chez les particuliers permet de séparer les recyclables et les déchets résiduels. Deux séries de tournées différentes sont nécessaires pour enlever ces deux catégories de déchets isolés dans des sacs distincts. Il faut donc trois tournées différentes pour enlever les matériaux recyclables dans les O.M.

. A Lille

Les bennes sont équipées de deux compartiments horizontaux isolés par une paroi séparative. Le verre fait partie des produits collectés à domicile avec d'autres recyclables. Ce produit est récupéré séparément sur la chaîne de tri. Cette approche permet d'économiser une tournée de collecte par les camions bennes.

. A Nantes

Dans cette agglomération le choix a été fait d'enlever les sacs de recyclables et d'ordures résiduelles dans des conditionnements de couleurs différentes dans une même tournée. La séparation est effectuée par détection optique dans un centre de tri.



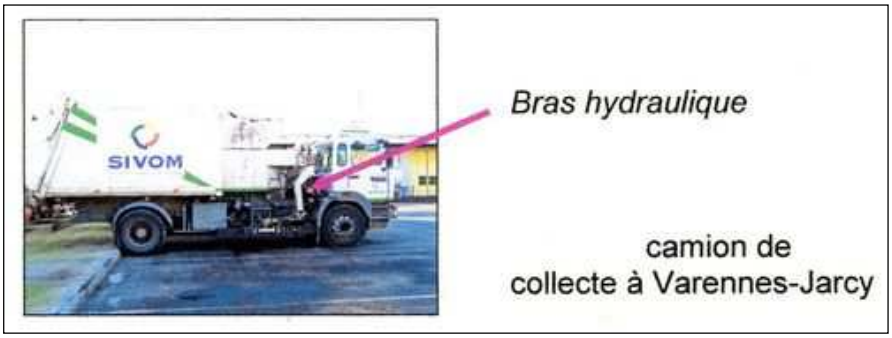


Tri optique de Nantes (Valorena)

En principe il ne devrait y avoir que des sacs bleus (poubelle grise) et des sacs jaunes (tri recyclage). Le dispositif de séparation des sacs jaunes fonctionne avec une grande efficacité. Il reste à « affiner » la collecte. L'intérêt du système est qu'il permet de faire un seul ramassage avec un camion ordinaire et de ne pas multiplier les conteneurs dans les immeubles. Le geste de tri est assez simple pour l'habitant.

. A Varennes-Jarcy dans l'Essonne

Les camions sont équipés d'un bras hydraulique permettant le chargement latéral par soulèvement et déchargement des bacs d'ordures dans une benne à deux compartiments. Ce système de collecte n'a besoin comme personnels que le chauffeur et un seul agent de ramassage. Ce dernier a pour mission de vérifier que les bacs se trouvent à la portée du robot et orientés dans le bon sens pour être vidés.



. Au SICTOM de Loir et Sarthe (Près d'Angers) :

Une benne d'un nouveau genre avec trois compartiments avait été mise en service depuis le 21 Mai 2007. Les déchets étaient déposés séparément : emballages à recycler, ordures résiduelles et verre. Ils étaient collectés lors de la même tournée.
Cela fait deux tournées économisées par rapport au système actuellement en vigueur à Angers, mais les camions bennes sont aussi accompagnés par de plus petits véhicules qui opèrent dans des rues étroites. Leur rôle est d'enlever et de regrouper les conteneurs dans des endroits accessibles au camion benne, puis de les ramener au point de départ auprès des particuliers. Par ailleurs, les camions sont équipés d'un GPS, ce qui permet d'ajuster les tournées au gré des circonstances.






Camion à trois compartiments du Syctom Loir et Sarthe
Intérieur de la benne bi-compartimentée et caisson pour le verre (en l'air)
Gestion par ordinateur à partir de la cabine

Ces exemples montrent qu'il est possible de réduire les tournées en adaptant bennes et conteneurs.
- A noter : Un changement de prestataire a conduit à réutiliser des camions bennes à deux compartiments pour un autre système de collecte.

La fréquence des tournées
. A Angers
Dans certaines communes semi urbaines avec une prédominance pavillonnaire, deux tournées à des jours différents étaient affectées à la collecte des déchets dits résiduels contenant des fermentescibles.
En augmentant, dans certains cas, le volume des conteneurs, une des deux tournées a pu être supprimée. De l'expérience acquise la fréquence d'enlèvement des déchets gris a également été réduite : devenu la quinzaine le rythme des enlèvements s'avère amplement suffisant.
La diversité de méthodes utilisées pour le ramassage des O.M. illustre que des améliorations et des économies de transports dans la collecte des ordures ménagères sont possibles, avec réduction des nuisances du trafic routier et des rejets polluants dans l'atmosphère.

La « pesée embarquée » et ses variantes (voir aussi fiscalité - 1ère partie)
- P.A.Y.T. « **P**ay **A**s **Y**ou **T**hrow » : « payez comme vous jetez !"
Le système le plus juste et le plus incitatif pour réduire le volume des ordures ménagères est celui qui tient compte de la masse réelle que l'on jette, qui fait payer la collecte et le traitement des produits résiduels non triés au kg ou au volume, comme on paie l'eau au m3, l'électricité au kWh/h et le téléphone à la minute. Ce qui responsabilise le « consommateur » du service, et ce que ne fait pas la TEOM (Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères) établie, entre autres, en fonction de la surface habitable du logement.
. La pesée embarquée
Chaque ménage reçoit un bac à puce électronique qui permet de peser la masse des produits ménagers non triés à chaque enlèvement par le camion de ramassage. Le paiement se fait en fonction de la masse réelle collectée.
. La levée embarquée
Une autre variante du système consiste à facturer non plus le poids, mais le nombre de fois que le bac est « enlevé ». Le ménage a donc intérêt à ne le sortir que lorsqu'il est plein. L'avantage de ce système est qu'il accélère les tournées et qu'il empêche les éventuelles fraudes (on ne peut pas « compléter » un bac plein).
. Le sac prépayé
Le ménage se fournit en sacs de ramassage spécifiques en les achetant à la collectivité (qui peut les diffuser à sa convenance). Ainsi, plus on utilise de sacs pour les produits résiduels ménagers non triés, plus on paie. Il remplace la redevance dans une certaine proportion établie par la collectivité. Ce système, associé au tri optique de sacs de couleurs différentes peut faciliter grandement le tri et la collecte dans les centres villes peu accessibles aux bacs et aux camions compartimentés.

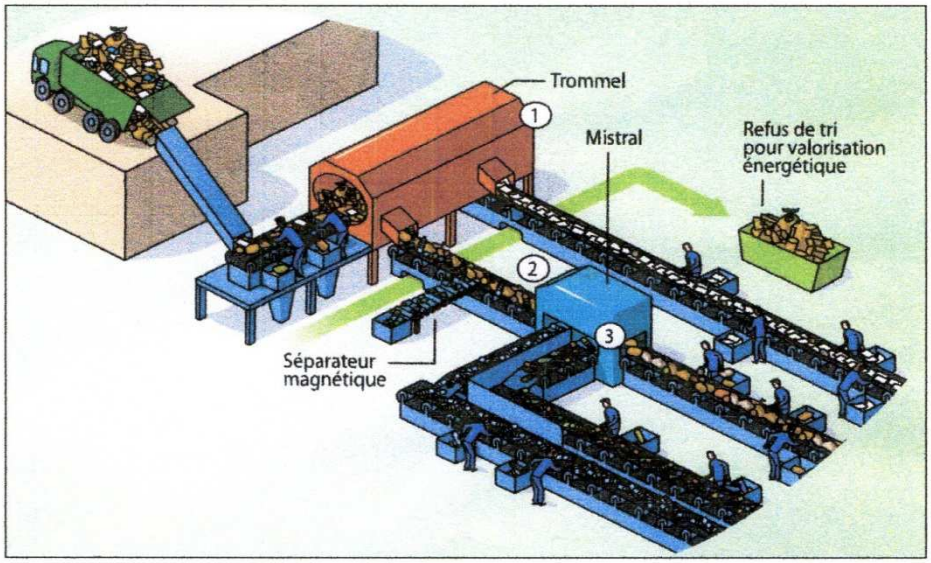
Le centre de tri
Ce type d'installation est d'utilité publique. Il paraît normal que tout nouveau projet, ainsi que toutes améliorations possibles dans ces unités intègrent la notion de HQE.
Pour ce faire plusieurs concepts doivent être appliqués :
. Le choix raisonné des procédés et des produits de construction
. La protection des sols
. L'utilisation rationnelle de l'énergie par la mise en œuvre du solaire et de la géothermie.
. Le traitement des eaux usagées,

. Une attention particulière doit être portée aux problèmes, phoniques, ergonomiques, visuels et olfactifs.

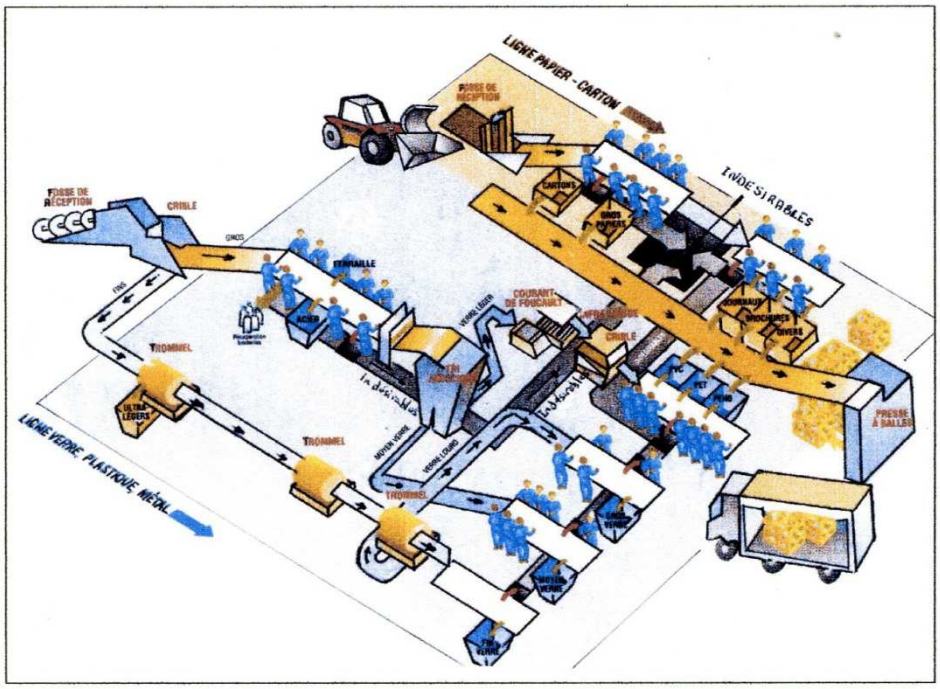
Les opérations en centre de tri

- La réception :

Les collectes sont réceptionnées dans une fosse et acheminées sur un tapis roulant vers des postes manuels ou mécaniques afin de séparer les différents matériels valorisables : papier, carton, fer, alu…



Centre de tri d'Ivry –Paris XIII
(Syctom Région Parisienne)



Triselec Lille : un centre bi-flux avec 2 entrées et 16 sorties.

- Des opportunités d'emplois pour du personnel peu qualifié
Les opérations manuelles sont basées sur le visuel alors que les opérations mécaniques se servent de technologies sophistiquées pour identifier les produits. Ces emplois peuvent correspondre en partie à des situations d'insertion (Rmistes en fin de droits, chômeurs de longue durée, emplois en sortie d'incarcération, voire des analphabètes). Elles offrent de nouveaux métiers (employé de déchèterie ou de collecte) et de nouvelles formations (dialogue avec les usagés). Cependant, il faut convenir que ces métiers sont peu valorisants et durs physiquement. Certains employés sur chaîne de tri peuvent manipuler jusqu'à une tonne de déchets par heure.

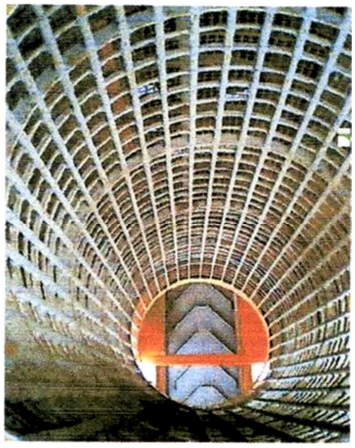


Tri manuel

- Dossier Médical
Un agent qui trie manuellement, sélectionne visuellement les objets de même nature pour les jeter dans un opercule soit en face, soit sur le côté de son poste de travail. Le tri frontal entraîne en moyenne 2 500 gestes identiques à l'heure, et le tri latéral environ 1 200 gestes identiques à l'heure, avec rotation du corps, et déplacement latéral. La limite entre automatisme et gestes d'automate est étroite.
Il convient d'examiner attentivement l'ergonomie des installations pour éviter des problèmes musculaires. Les risques de souillures et de contaminations existent, sans omettre la dimension psychologique liée à ces emplois. Combien de temps peut-on admettre qu'un individu travaille dans ces conditions ?

Les techniques mises en œuvre
Les conditions de travail dans les centres de tri étant difficiles, certaines opérations ont été mécanisées pour rendre moins pénibles les opérations manuelles. Aujourd'hui, la quasi-totalité des opérations peuvent se dispenser de main d'œuvre, mais des solutions raisonnées intermédiaires semblent offrir la meilleure solution pour la conception de ce type d'installation, qui inclut les fonctions de :
- Ouverture des sacs de déchets
Ouverture des sacs collectés afin de rendre les matériaux accessibles aux opérations de tri, par exemple, par une action rotative de couteaux.
- Séparation des matériaux recyclables (l'efficacité est mesurée par le % de refus de tri) : en général, les opérations sont mécaniques, suppléées par des robots qui identifient les matériaux.
- Les technologies utilisées remplissent les rôles suivants :
. Séparation des matériaux fins ou tri granulométrique, par l'utilisation de cribles de types « Plans » (tables perforées avec des trous de mêmes dimensions, ou des séries de trous, inclinées ou vibrantes), ou « rotatifs » nommés « trommels ».
. Séparation selon la forme plate (journaux, magazines) et autres, ou la densité (légers, lourds) utilisant un système aéraulique par envol des matériaux légers dans

un courant d'air, ou placage contre une paroi perforée par mise en dépression, ou un système balistique, par rebond d'adhérence,
. Séparation magnétique des particules métalliques ferreuses :
Sous l'effet de l'attraction magnétique par un système fixe au-dessus d'un convoyeur (un over band) les particules sont entraînées hors de la ligne de transport du mélange. L'attraction cessant, elles retombent, soit dans une trémie, soit sur un autre convoyeur.



Trommel (Finlay)

Sur le plan de la sécurité, il est préférable qu'elles précédent les tris manuels, certains matériaux métalliques étant parfois coupants.
. Séparation par courant de Foucault. Le principe des courants Foucault est de générer des champs magnétiques répulsifs permettant de retirer les métaux non ferreux (aluminium, cuivre, laiton, plomb..) d'un gisement d'emballages en mélange.
. Séparation optique (couleur) du verre ou des sacs de déchets à recycler.
. Séparation par rayon X, infra rouge, et techniques spectrométriques (matières) pour retirer et séparer les plastiques.
. Séparation par flottaison en légers (plastiques, matières organiques) et lourds (sable, verre)
- Conditionnement pour l'expédition des matériaux commercialisables
. Perforateurs de bouteilles plastiques. Ils sont indispensables pour faciliter la compression des bouteilles sous forme de balle, et d'éviter leur éclatement, certaines bouteilles ayant conservé leur bouchon. Ces machines sont généralement constituées de deux tambours munis de pointes d'acier.
. Compacteurs écraseurs métalliques destinés à réduire le volume de boites métalliques afin de réduire le volume emballé. Cet équipement prépare l'alimentation de presses à balles.
. Presses à balles ou à paquets : des vérins tassent les matériaux par pression. Elles peuvent être polyvalentes et utilisées pour différents matériaux.
. La « presse à paquet », spécifique pour les métaux, permet un écrasement plus dense et plus imbriqué pour ne pas nécessiter de ligaturage.

Que deviennent les matériaux récupérés des déchets ?
- Le verre : s'il est intact, est réemployé pour revenir sur le marché ; autrement, il est broyé, transformé en calcin (pilé), puis fondu pour être commercialisé sous la forme de bouteilles, flacons.
- Le papier et le carton : ils sont transformés en pâte, puis en papier recyclé, et après plusieurs utilisations en carton.
. Les emballages type « brique » réapparaissent sous forme d'un aggloméré dans un nouveau matériau utilisé dans la fabrication de meubles, ou alternativement en essuie-tout, papier toilette.

- L’aluminium : il est réutilisé dans la fabrication de pièces de voiture et de boites de conserves.
- L’acier : débarrassé de ses impuretés, il retourne dans l’industrie sidérurgique.
- Les autres métaux : ils suivent le circuit traditionnel de la réutilisation.
- Les plastiques : ils sont broyés, nettoyés, réduits en poudre, puis refondus.
. Le PVC est recyclé dans la fabrication de tubes, tuyaux, huisseries, gouttières.
. Le PET (transparent) est utilisé dans l’habillement : jeans, vêtements polaires, ceintures de sécurité. Depuis peu de temps, il est réutilisé pour fabriquer de nouvelles bouteilles d’eau.
. Le PEHD (plastique haute densité) est essentiellement recyclé dans la production de flacons de lessive.

LE RECYCLAGE SECONDAIRE DES D3E

La collecte

Les équipements ménagers sont collectés par des prestataires choisis par les éco-organismes. Cinq flux de collectes sont en place :
. Eléments d'éclairage
. PAM petits appareils en mélange.
. GEM **F** Gros électroménager **froid**,
. GEM **HF** Gros électroménager **hors froid**
. Ecrans



Les prestataires doivent avoir les compétences pour traiter des appareils très variés et de composition complexe. Une composition type d'un D3E ne peut être définie. Cependant ils sont essentiellement composés (en % du poids) de :
. Métaux ferreux et non ferreux (10 à 85%)
. Matériaux inertes : verre (hors tube cathodique), bois, béton (0 à 20%),
. Plastiques contenant ou non des retardateurs de flamme halogénés (1 à 70%)
. Composants spécifiques :
- CFC, HC et autres gaz à effet de serre (compresseurs),
- Plomb et Cadmium (tubes cathodiques, circuits électriques, batteries),
- PCB (vieux condensateurs, transformateurs)
- Mercure (Ecrans à cristaux liquides, commutateurs, piles)
- PVC (polyvinyle chloride, isolants des câbles)
- Retardateurs de flamme bromés (circuits imprimés, plastiques, câbles)
- Cartouches et toners d'imprimantes usagées



Stockage de réfrigérateurs et congélateurs en fin de vie



Gros électroménagers réduits en miettes pour récupérer métal et plastiques

Afin de recycler ou valoriser les stocks, certaines opérations sont nécessaires :
- Un pré-démantèlement suivi d'une phase de dépollution
- Un démantèlement complet suivi d'une valorisation
- Un traitement des polluants dans des filières agréées

Un frein à une dépollution adaptée est la difficulté d'identifier les polluants présents dans un appareil. Ce problème d'identification est crucial.

Dans le cas des réfrigérateurs, les plus anciens appareils contiennent dans leur compresseur des CFC, alors que les plus récents peuvent contenir du pentane. Les appareils contenant du pentane portent normalement une mention spéciale.
Les D3E représentent 26 kg/an/habitant dont environ la moitié est générée par les ménages.

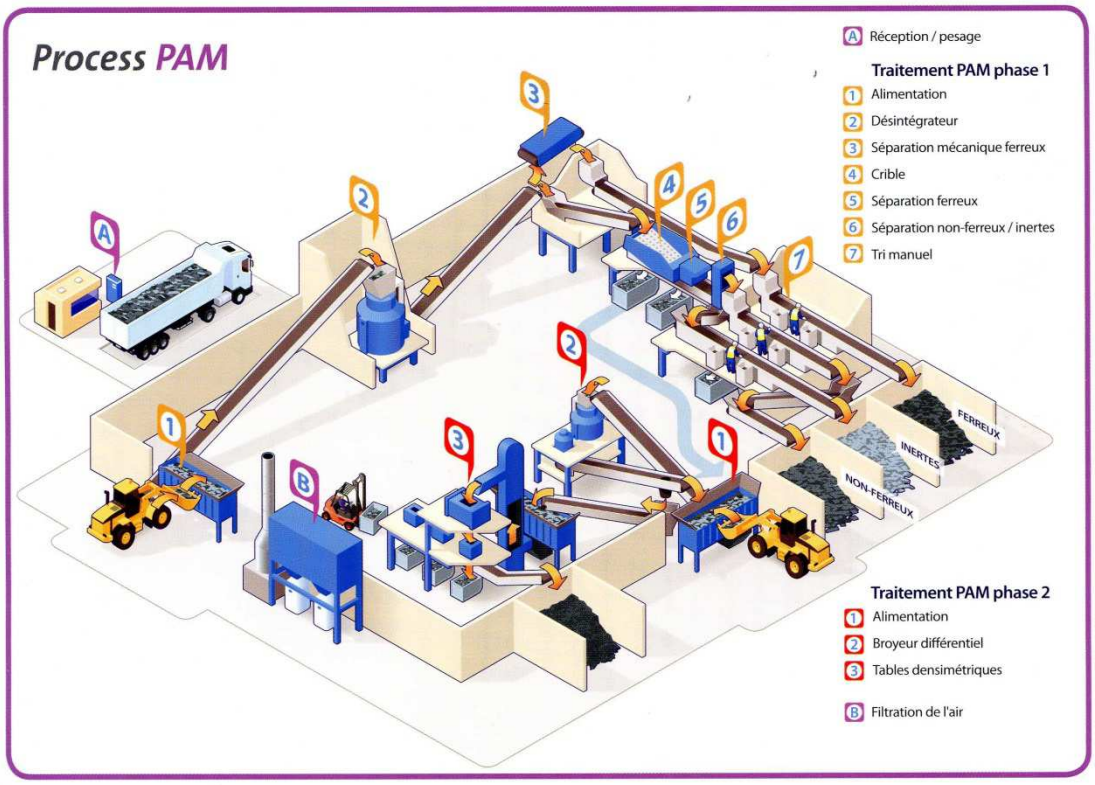


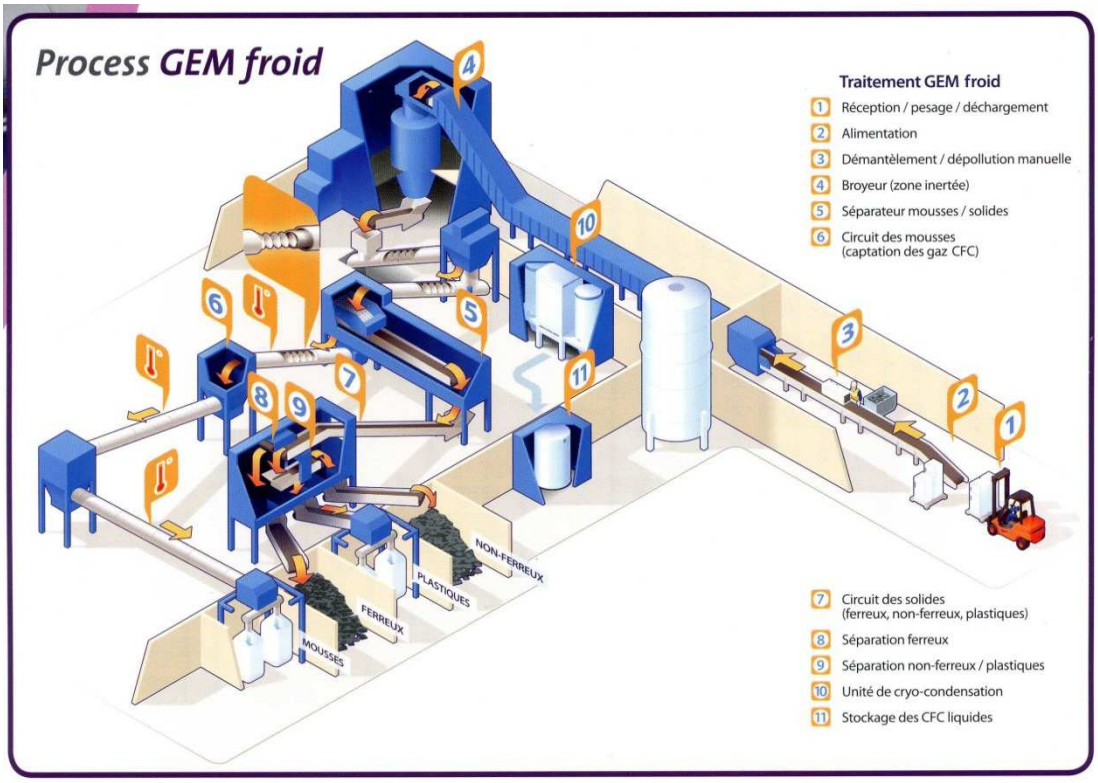

Les écrans cathodiques sont désossés, les tubes, condensateurs, cartes et circuits imprimés sont récupérés. Les matières sont recyclées séparément puis réutilisées. Source: C.O.

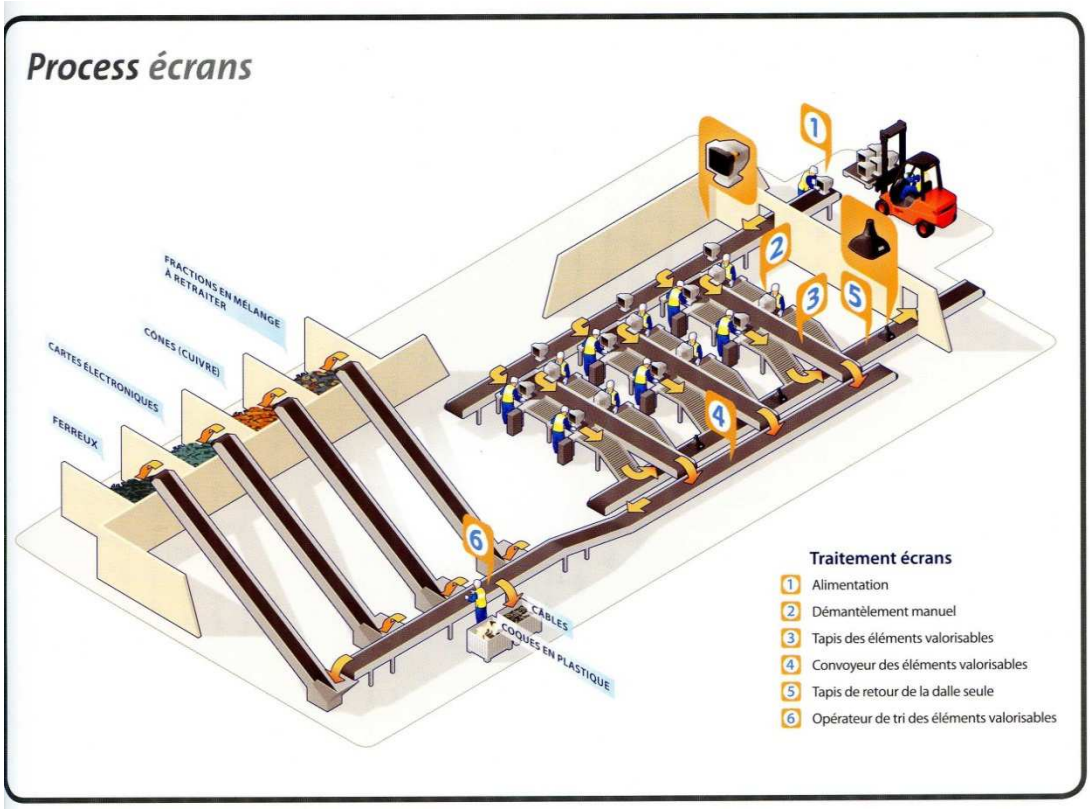
La filière professionnelle des D3E
Les détenteurs d'équipements professionnels mis sur le marché avant le 13/08/2005 sont responsables de la fin de vie de ces équipements.
Les équipements professionnels mis sur le marché après le 13/08/2005 sont responsables de la fin de vie des équipements et disposent des solutions suivantes pour solutionner le problème :
- Adhérer à un éco-organisme agréé pour la collecte et le traitement et mettre en place un système individuel de collecte sans nécessité d'agrément ou d'approbation;
- Déléguer contractuellement à l'utilisateur final la gestion de la fin de vie de l'équipement en question.

Evolution de la réglementation européenne
Le 15 octobre 2009, les ministres européens de l'Environnement, se sont penchés sur le sujet des directives DEEE et ROhS, qui concernent la fin de vie des équipements électriques et électroniques.
La directive DEEE impose aux Etats membres la collecte et le traitement d'objectifs par an et par habitant de déchets d'équipements électriques et électroniques.
La directive ROhS vise à éliminer autant que possible les substances dangereuses des composants de ces mêmes équipements
Une majorité de ses membres s'est prononcée pour généraliser la directive ROhS à tous les produits électroniques, à l'exception d'une liste clairement définie. Actuellement, elle s'applique à des produits parfois difficilement identifiables et plusieurs secteurs entiers sont exemptés.

Différents schémas indiqués ci-après peuvent être intégrés dans un traitement de D3E :
PAM = Petits appareils ménagers
GEM = Grands équipements ménagers


Process PAM
A Réception / pesage
Traitement PAM phase 1
1 Alimentation
2 Désintégrateur
3 Séparation mécanique ferreux
4 Crible
5 Séparation ferreux
6 Séparation non-ferreux / inertes
7 Tri manuel
FERREUX
INERTES
NON-FERREUX
Traitement PAM phase 2
1 Alimentation
2 Broyeur différentiel
3 Tables densimétriques
B Filtration de l'air


Process GEM froid
Traitement GEM froid
1 Réception / pesage / déchargement
2 Alimentation
3 Démantèlement / dépollution manuelle
4 Broyeur (zone inertée)
5 Séparateur mousses / solides
6 Circuit des mousses (captation des gaz CFC)
NON-FERREUX
PLASTIQUES
FERREUX
MOUSSES
7 Circuit des solides (ferreux, non-ferreux, plastiques)
8 Séparation ferreux
9 Séparation non-ferreux / plastiques
10 Unité de cryo-condensation
11 Stockage des CFC liquides



RECYCLAGE SECONDAIRE DES PLASTIQUES

Les plastiques sont des produits de synthèses fabriqués à partir de longues chaînes de molécules (polymères) avec des configurations spatiales qui leurs confèrent des qualités physiques spécifiques. Les principaux plastiques peuvent être moulés, modelés.
Mais le domaine de ces matériaux de synthèse est large, il inclut d'autres produits tels les tissus synthétiques (nylon, polyesters, acryliques), les colles, les peintures, le téflon, mais également les caoutchoucs.

Chimie :
Les conglomérats de molécules sont principalement constitués de chaines d'atomes de carbone sur lesquels sont fixés des éléments comme l'hydrogène ou l'oxygène. D'autres éléments notamment le chlore, l'azote ou le fluor peuvent intervenir dans la composition de la chaîne.
Les matières de base de ces molécules complexes sont des oléfines principalement issues du pétrole, mais la chimie verte commence à prend la relève.

La collecte
Les plastiques possèdent des caractéristiques physiques qui leurs sont propres, ce qui implique qu'ils sont utilisés pour des applications spécifiques.
La composition de lots de plastiques mixtes est un frein au recyclage.
La collecte séparée est préférable. Cependant il est possible de trier certains plastiques (PET, PEHD) manuellement ou sur des chaines automatisées équipées de moyens de détection : optique, infra-rouge…
Depuis 2010 des solutions technologiques sont à l'étude pour promouvoir des méthodes d'identifications plus performantes permettant la séparation de nombreux

plastiques qui n'étaient pas jusqu'ici isolés et récupérés. Cela implique bien entendu la modernisation des équipements actuels. Tout a un prix, et tout a besoin d'un temps de réalisation.

Eco-emballages a annoncé qu'un certain nombre de projets industriels étaient déjà prêts.

En 2014 le taux de recyclage était de l'ordre de 23%, ce qui est faible par rapport au verre, aux métaux, même au papier. Le reste est enfoui, incinéré, ou exporté vers la Chine. Mais pour certaines fabrications les mélanges ne sont pas une contrainte !
L'objectif ambitieux à atteindre dans un premier temps est le doublement de ce recyclage.

Mais encore faudra-t-il sortir ces matières du « statut déchets », et développer des débouchés pour des produits qui sont essentiellement de substitution.

Depuis janvier 2012 une opération sur trois ans qui concerne près de 5 millions d'habitants dans 83 collectivités a été lancée. Cette expérience, si elle est validée, pourrait ensuite être généralisée à l'ensemble de l'hexagone.
Ainsi, tous les emballages ménagers en plastique (du pot de yaourt à la barquette de fruit en passant par le sachet de produit congelé) pourront être déposés sans se poser de questions dans le bac de recyclage.
Espérons que ce chantier ne patinera pas !

Les ressources principales du recyclage
. Les ordures ménagères et assimilés (bouteilles, jouets, flacons)
. Les pièces d'équipements électroménagers et supports matériaux électroniques remplacés mis en décharge
. L'industrie (emballages, rebuts de fabrication, broyage pièces automobiles, bateaux, avions)
. La distribution (emballages marchandises vendus)
. L'agriculture et l'horticulture (filmes de serres, de petits tunnels, d'ensilage, d'enrubannage)

Les films agricoles
La fréquente différence de souillure entre films minces (agriculture), et épais (autres) justifie une collecte séparée.

Il nous parait utile de faire un tour d'horizon sur l'usage du plastique dans la fabrication et l'utilisation d'objets issus de la chimie dans la société contemporaine.

Les familles de plastiques suivantes existent :

☺ **Les thermoplastiques** sont des composés de la famille des polyéthylènes :
(Ces matériaux représentent la majorité des plastiques produits. Ils fondent sous l'effet de la chaleur et reprennent leurs formes sous l'effet du froid).
Le tableau ci-après regroupe les principales caractéristiques des polymères de grande diffusion et les applications qui en découlent (liste pas exhaustive) :

☺ **Polyéthylène basse densité PEBD**

Propriétés	Applications	
Barrière vapeur d'eau Inertie chimique Transparence Souplesse Moulabilité Déchirabilité Flexibilité Très bonne étirabilité	Bâches de protection Barquettes Couvertures de piscines Films à bulle Films alimentaires Films d'étanchéité Films agricoles	Gainage électrique Jouets Palettes de manutention Sacs de congélation Sacs de supermarchés Sacs poubelles ...

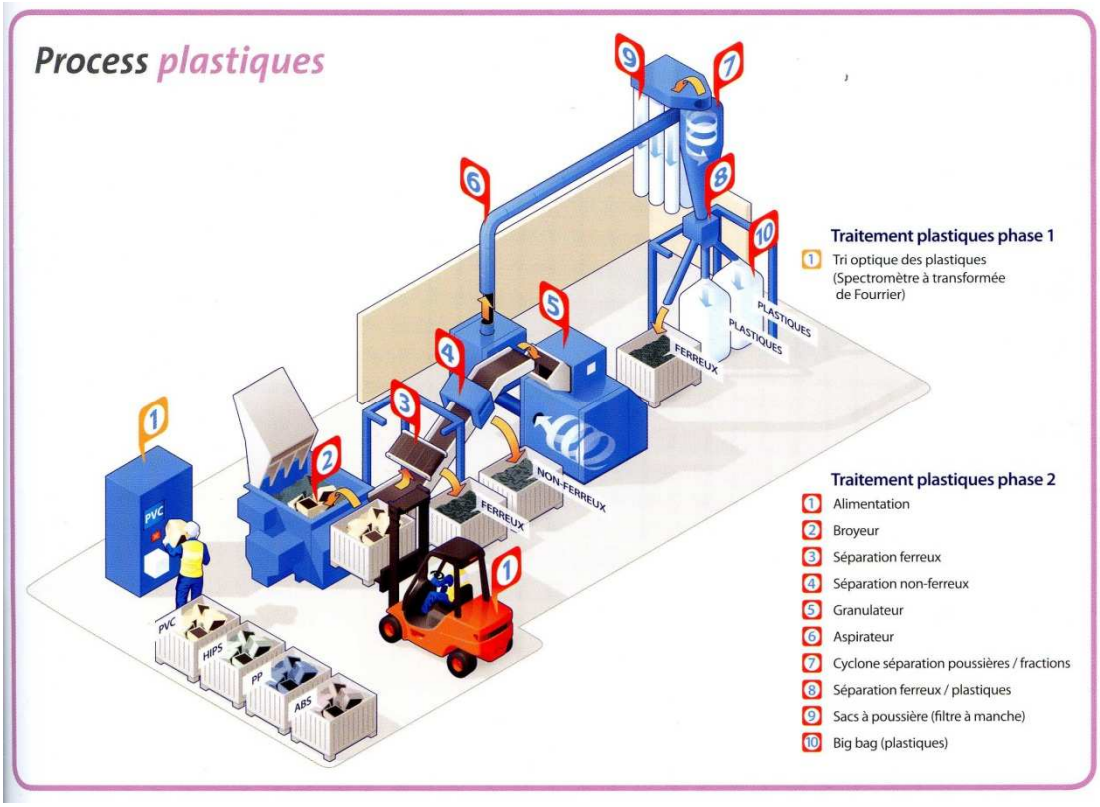
☺ **Polyéthylène haute densité PEHD**

Barrière eau, gaz, UV Inertie chimique Opacité Rigidité Moulabilité Résistance aux chocs Résistance à l'abrasion, glisse Tenue à la pression Tenue aux températures	Accessoires de salles de bain Bacs de rangement Bidons (huile moteur, produits chimiques) Bonbonnes, cuves Bouteilles de lait Caillebotis Caisses, casiers Canalisations (gaz, eau) Conteneurs Coques de chaussures de ski Corbeilles à papier Cubitainers	Flacons Gainages de câbles Jouets Kayaks, canoës Coques de planches à voile Mandrins, bobinages Palettes Poubelles Réservoirs d'essence, d'eau Revêtement et semelles de skis Seaux Serres Tubes Tuyaux ...

☺ **PVC**

Barrière liquides, gaz Inertie chimique Transparence Isolants électrique thermique, phonique Résistance au vieillissement Légèreté	Abribus Armoires de rangements Bacs de rangements Bancs Barquettes, boîtes alimentaires Barrières, clôtures, Fenêtres Tuyaux Volets, persiennes Bidons Blisters (plaquettes de médicaments) Bottes Bouteilles d'eau minérale Canalisations Chaises Ecrans antibruit Classeurs Dallages de sols	Gants Gouttières Interrupteurs Jouets Lambris Panneaux de signalisation Peintures anti-crissements Plinthes cache fils Poches à sang Porte-documents Portes de garages Poteaux Revêtements de sols Revêtements muraux Rubans adhésifs Semelles de chaussures Sols de terrains de sport Tapis de sol

☺ **Les thermodurcissables :**
Leur transformation initiale est irréversible
Parmi les principaux produits :
. Les phénoplastes : Bakélite
. Les polyépoxydes : Araldite
. Les polyuréthannes
. Les silicones

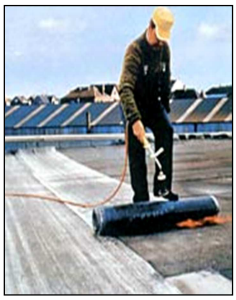


Quelques produits recyclés : à partir de granulés de plastiques recyclés









Source Epro : (European Association of Plastics Recycling and Recovery operations-Internet)

La transformation (une finalité du recyclage)

Les techniques de transformation de tous les plastiques : vierges, recyclés, ou mélangés sont identiques.

Une fois synthétisés, les polymères se présentent sous forme de poudres ou granulés, prêts à être transformés en demi-produits ou en produits finis. Il existe de nombreux procédés de transformation adaptés à la nature du polymère à mettre en œuvre et à la forme finale souhaitée. Nous joignions un bref résumé des différentes méthodes :

Injection	Ce procédé permet de donner aux matières plastiques une fois ramollies la forme du moule dans lequel elles ont été injectées : Palettes, coques de télévisions, tableaux de bord de voitures, boites, pots,...
Extrusion	Cette méthode permet de fabriquer des produits en continu : Profilés, tubes, films, feuilles, sacs, plaques, ...

Extrusion-Soufflage	Les matières plastiques extrudées cette fois en discontinu (préformes) sont ensuite soufflées dans un moule pour en prendre la forme de : Bouteilles, flacons, bidons, réservoirs, conteneurs..

Roto moulage	La matière plastique en poudre est introduite dans un moule clos puis est centrifugée sur les parois chaudes. On obtient par cette méthode des corps creux de gros volume.
Expansion	Le moussage ou expansion des polystyrènes et des polyuréthannes permet de fabriquer des produits alvéolaires : Calage, pour siège automobiles, ameublement..
Compression	Cette méthode sert à mettre en forme les polymères thermodurcissables : Vaisselle, accessoires électriques, ...)

Calandrage	Ce procédé permet d'obtenir des produits plats de grande largeur par laminage de la matière plastique entre plusieurs séries de rouleaux : Feuilles, plaques, films, sols plastiques
Enduction	Couplée au calandrage, cette méthode permet de déposer une résine plastique sur un support continu (papier, carton, tissu) en décoration ou en protection : Revêtement de sols, de murs,..
Thermoformage	Après avoir été ramollis sous la chaleur, les demi-produits thermoplastiques (plaques ou feuilles) sont emboutis sur une forme : Gobelets, Pots de yaourt, cuves…

Les plastiques mélangés

L'Intérêt du recyclage des plastiques recyclés mélangés est qu'ils permettent de récupérer des déchets du « tout venant » qui n'étaient pas utilisés. Le circuit de tri et de recyclage est plus court que pour celui des plastiques isolés, et les opérations de tri et de lavage ne sont plus indispensables.
Le prix de revient des plastiques mélangés est relativement bas permettant de réaliser une économie par rapport aux matières qu'ils remplacent.

Les caractéristiques mécaniques des plastiques mélangés ne sont pas optimales mais elles sont compensées par la forme des pièces fabriquées. En effet, la rigidité est fonction de l'épaisseur de la pièce. C'est pourquoi l'utilisation des plastiques mélangés s'oriente de préférence vers des pièces massives.
Remplaçant souvent le bois ou le béton, les plastiques mélangés résistent mieux aux milieux agressifs tels que les insectes, les intempéries ou le milieu marin. Ils sont également plus légers.

Schéma possible pour le recyclage du polystyrène expansé

Afin d'éviter des coûts de transferts prohibitifs pour des produits peu denses, il est possible d'envisager un traitement intermédiaire avec des moyens de stockage adaptés et éventuellement des broyeurs ou compacteurs sur le lieu d'enlèvement. Le transport en vrac, en balles ou « Big Bag » vers les centres de recyclage peut-être partagé avec d'autres produits.

Broyage





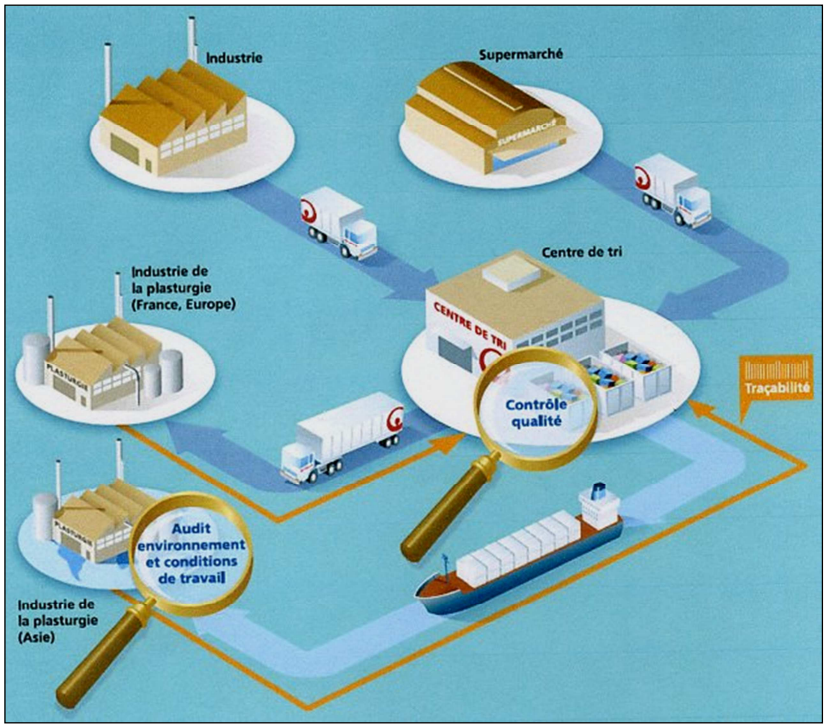
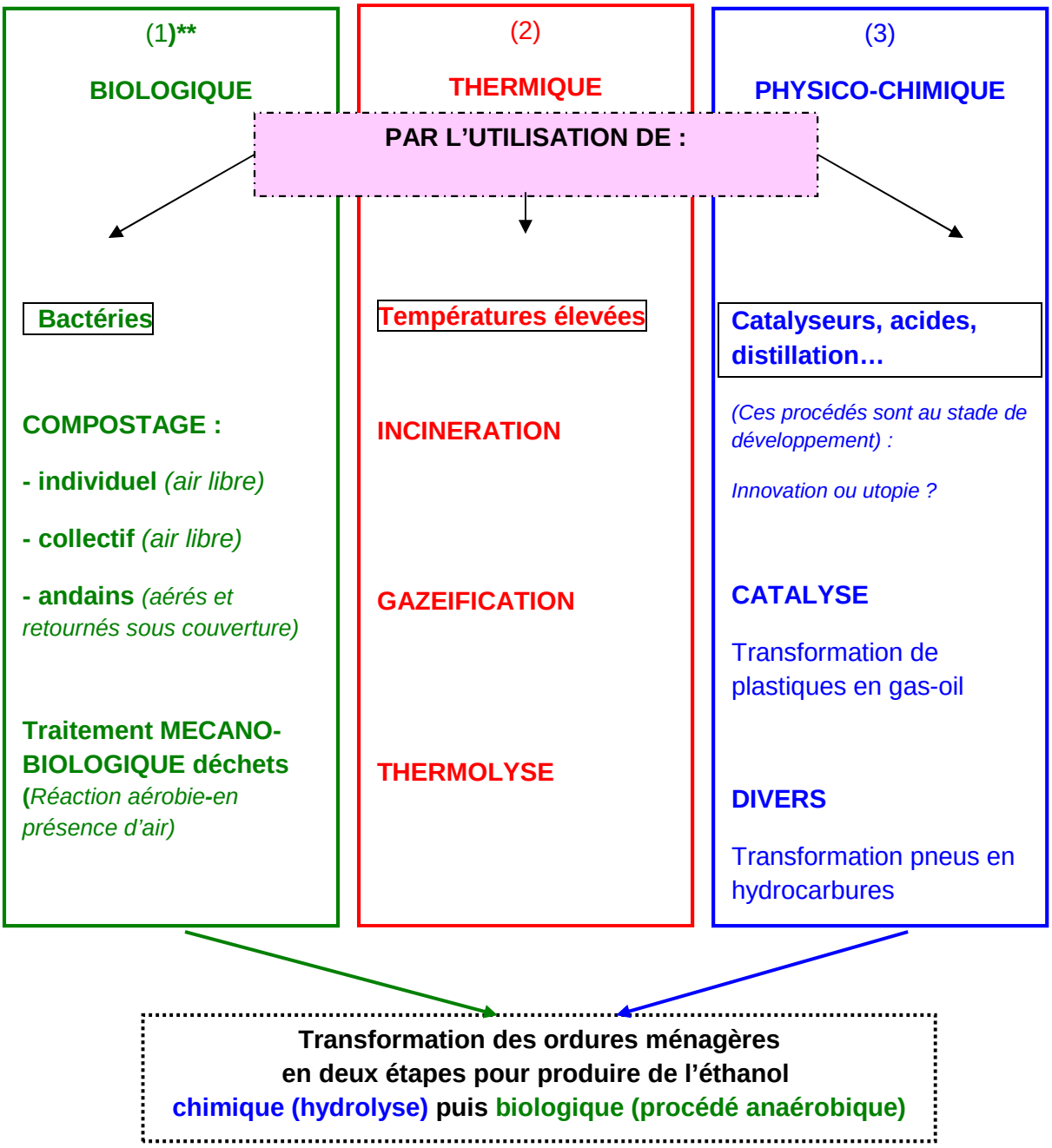



Schéma type de recyclage de polystyrène (source : Veolia - Internet)

LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES O.M

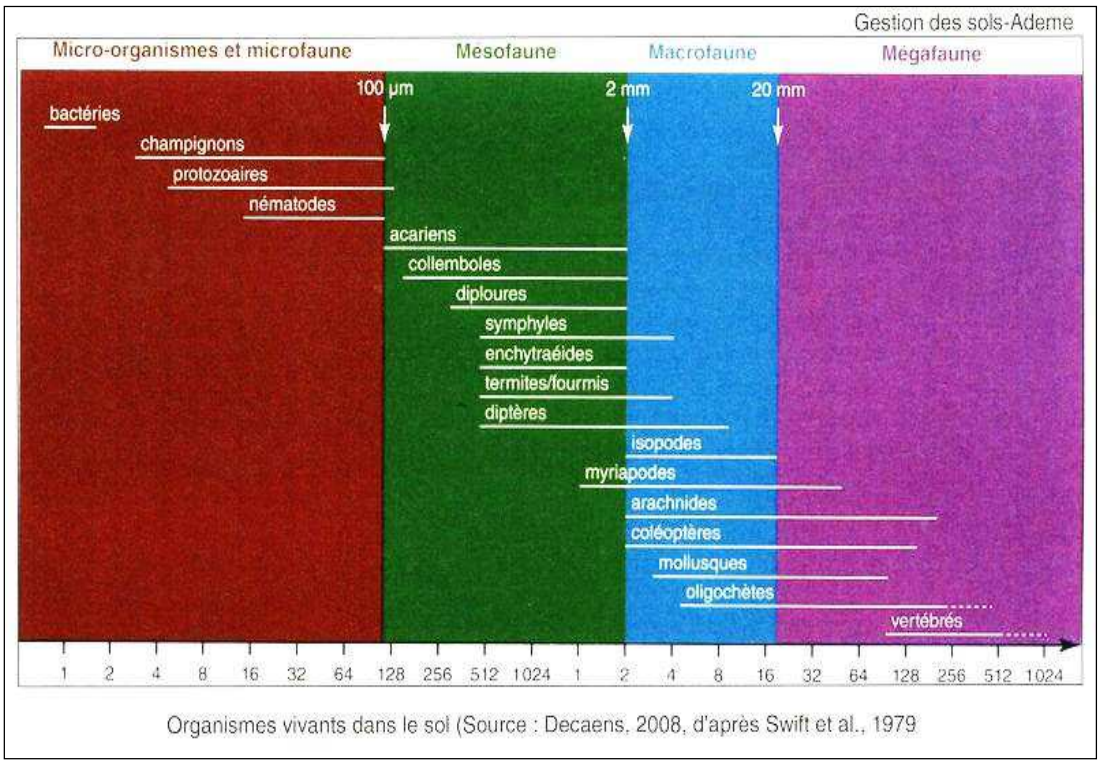
La transformation, la réduction et la destruction des déchets avant enfouissement sont possibles par trois voies comme indiqué dans le schéma dessous :
(Ces trois voies sont développées en détail dans les chapitres « Procédés biologiques », « Procédés thermiques » et « Procédés physico-chimiques et métallurgiques » qui suivent.)**La transformation, la réduction et la destruction des déchets avant enfouissement sont possibles par trois voies comme indiqué dans le schéma dessous :**



** La circulaire du 28 juin 2001 relative à la gestion des déchets organiques intègre dans un système de la gestion durable des déchets, la qualité irréprochable des amendements et fertilisants organiques.

LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 1
. Le compostage
. Le traitement mécano biologique

La biodiversité des sols (généralités)
Généralités :
Le sol que nous foulons est « un continent inexploré » (Titre d'un numéro spécial de la revue Science : Soil - The Final Frontier, 2004).
Les êtres vivant dans un écosystème constituent des communautés au sein desquelles se regroupent des organismes très différents, avec des interactions dominées par la compétition, ou auto-organisés par des relations de mutualisme pour partager les mêmes catégories de ressources nutritionnelles.
Les sols de la plupart des écosystèmes terrestres sont caractérisés par une profusion de formes de vie. Cette faune et ces micro-organismes pour la quasi-totalité des groupes connus, présentent une diversité de tailles et de morphologies corporelles, de formes de vie, et de comportements.
La biodiversité a été définie par le WWF (1989) comme « L'ensemble de toutes les formes de vie présentes à la surface de la planète : des millions de plantes, animaux et micro-organismes, ainsi que les gènes qu'ils contiennent et les écosystèmes auxquels ils appartiennent ».
Les différents groupes (voir fig. ci-dessous) agissent globalement sur le fonctionnement des sols, et influencent la production végétale.



Organismes vivants dans le sol (Source : Decaens, 2008, d'après Swift et al., 1979

La diversité biologique influence
- L'équilibre entre les prédateurs et leurs proies, ainsi que les flux de matière et d'énergie au sein des réseaux trophiques.
- L'inventaire des espèces vivantes dans le sol, la connaissance de leur rôle exact et leur interaction sont mal connus.
Cependant, il est admis que :
- Les organismes du sol remplissent des fonctions écologiques essentielles à la formation et au maintien de la structure des sols,

- Qu'ils sont indirectement responsable pour la rétention en eau et du tassement des sols
- Qu'ils agissent pour décomposer, transformer et transporter la matière organique, notamment la fourniture d'éléments nutritifs aux plantes,
- Qu'ils sont indispensables à la productivité des écosystèmes terrestres,
- Qu'ils régulent le processus d'émission et de séquestration de gaz à effet de serre.

Dans un contexte d'anthropisation grandissante de la terre il y a une tendance à l'homogénéisation des écosystèmes.

La qualité des sols

Les teneurs en matière organique des sols cultivés en France ont tendance à baisser en raison de changements des pratiques culturales. Cette diminution entraîne une dégradation des qualités physiques (déstructuration et accroissement du risque d'érosion), chimiques (moindre disponibilité en azote), et biologiques (perte d'activité microbienne). Il est possible de remédier à cette situation par des apports de déchets biologiques. L'entretien et l'augmentation d'apports organiques permet d'améliorer les fonctions nutritionnelles et environnementales du sol.

La biomasse microbienne ainsi que les populations de vers de terre varient dans le même sens que la teneur en carbone organique.

Définition

Le compostage

Ces opérations aérobiques ont le mérite d'utiliser l'action bactériologique sur des matières issues de la nature (bois, déchets verts) et de l'agriculture (restes de repas solides et liquides) pour rendre à la nature une matière organique transformée sous forme de compost.

Le compostage peut être réalisé à partir de différents déchets entrants :

- Les déchets verts de jardins municipaux ou privés ou d'entreprises d'entretien d'espaces verts.
- La fraction fermentescible des ordures ménagères collectées sélectivement et triées à la source. Cette fraction est beaucoup plus humide que la précédente.
- Les déchets agricoles (fumiers, excréments d'animaux, …).
- Les sous-produits de l'industrie agro-alimentaire (IAA). Ceux-ci peuvent être de diverses natures (marc de raisins, graisses, pulpes).
- Les boues de stations d'épuration (STEP) d'eaux usées urbaines ou industrielles.

En général, ces boues sont mélangées à un agent structurant lors de la maturation : copeaux, bois ou déchets végétaux afin d'obtenir une structure adéquate et une porosité suffisante du matériel. Le produit fini peut aussi être séché pour faciliter le transport et l'épandage.

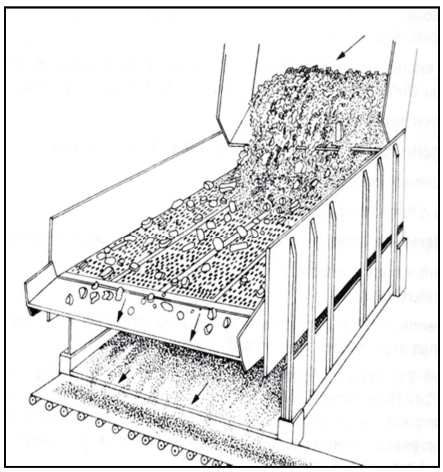
Il faut noter que certaines collectivités s'orientent vers des plates-formes de compostage multi-déchets qui traitent non seulement des déchets verts, mais également des mélanges de bio-déchets, des boues d'épuration ou des sous-produits de l'industrie agro-alimentaire.

Transformation de la matière organique en compost

Le compostage vise à faire évoluer de manière contrôlée la matière organique brute du déchet pour obtenir un produit stabilisé, à décomposition lente, riche en humus. Le principe du compostage est de créer un milieu favorable au développement de micro-organismes qui vont opérer ces transformations. Pour cela il faut disposer au sein du produit traité des conditions optimales d'humidité, d'oxygénation et d'équilibre entre les nutriments majeurs.

Pour obtenir ces conditions les techniques sont variées. Le produit peut être mis en andains sur une plateforme aménagée, ou placé en silo. Son aération est réalisée soit par un brassage régulier (retournement d'andains), soit par insufflation d'air

(aération forcée). Parfois, les deux techniques sont utilisées pour mettre à profit leur complémentarité (homogénéité du produit et disponibilité d'oxygène).
Pendant 3 à 12 semaines, selon la technique utilisée le produit entrera dans une phase de fermentation pendant laquelle l'activité microbienne provoquera une augmentation de la température (60 à 80°c).



Le compostage aussi bien des boues d'épuration, que des déchets d'ordures ménagères est un procédé de transformation qui détruit les agents pathogènes par le biais d'une élévation de température. Les virus et parasites ont besoin d'un individu hôte pour se reproduire. Une fois réduits à un nombre non détectable, ils ne peuvent pas se redévelopper. En revanche, les bactéries peuvent être réduites à un nombre très faible pendant le compostage mais des spores (forme végétative des bactéries) sont résistantes aux conditions de milieux extrêmes.

Tapis vibrant agricole horizontal

Par la suite, le produit frais devra normalement rester environ trois mois dans une phase de maturation pendant laquelle s'opérera son humification. Durant cette phase la température du centre des andains sera de l'ordre de 45 à 50°c.
Pour terminer les opérations avant remises à disposition des utilisateurs le compost pourra être criblé pour séparer la partie fine, la plus évoluée, des éléments grossiers.

Les micro-organismes du compost

Les différents groupes

- Les bactéries

Elles sont toujours présentes (800 à 1000 espèces minimum) dans les composts et dominantes en qualité et quantité. Elles sont en forte croissance si le taux carbone/azote (C/N) est faible et l'humidité élevée. L'activité est importante en milieu acide surtout si le substrat est frais.
Du fait de l'évolution des conditions du milieu, la population bactérienne change au cours du compostage. Avec une élévation des températures, seules les bactéries thermophiles se développent, et à l'inverse lorsque la température baisse, ce sont les bactéries mésophiles qui colonisent le compost. Pendant la maturation des bactéries endogènes et exogènes (qui proviennent de l'environnement de la plate-forme) envahissent le compost et se développent en compétition les unes avec les autres. En théorie, cette compétition empêche le développement de bactéries pathogènes exogènes.
Les virus parasitent les bactéries.

- Les algues

Ce sont des organismes chlorophylliens qui se cantonnent en surface dans les dix premiers centimètres de la couche superficielle du sol et subsistent sur les sels minéraux.
Ils préfèrent un milieu neutre ou légèrement alcalin.
En absence de lumière, certaines espèces peuvent se nourrir de matière organique.

- Les cyanophycées

Ils font partie de la famille des algues. Leur abondance coïncide avec une activité proche des bactéries. Elles sont fixatrices de l'azote atmosphérique et sont aérobies.

- Les champignons :

Il existe plusieurs dizaines de milliers d'espèces. Ils sont dominants si le C/N est

haut et provoquent la dégradation des celluloses et lignines. Ils sont capables de croître avec des taux d'humidité plus faibles que pour les bactéries et tolèrent un spectre large d'acidité.

- Les actinomycètes

Ils attaquent les substances non dégradées par les bactéries et champignons. Neutrophiles, ils tolèrent une acidité légèrement basique et sont peu compétitifs vis-à-vis des autres groupes. Ils se développent dans des phases finales de maturation. Les genres « Streptomyces et Nocardia » représentent 90% de leur biomasse. Ils ont une densité 3 à 15 fois plus faible que les bactéries.

Beaucoup d'odeurs aromatiques des sols ou composts mûrs sont dus aux actinomycètes.

- Les protozoaires

C'est un grand groupe d'unicellulaires mobiles. Ils réclament un milieu humide (eau interstitielle) et sont plus petits dans les composts que dans les eaux par manque d'espace vital. Ils sont grands consommateurs de bactéries (plusieurs dizaine de milliers dans la vie d'une cellule). Leur rôle écologique est mal connu.

Le compostage est un moyen efficace d'hygiénisation des composts et des boues, si l'évolution de la température dans le temps est correctement contrôlée.

L'innocuité pour les plantes se détermine en fonction des espèces végétales, des doses d'application de la matière organique, et des conditions du milieu.

L'innocuité pour l'homme et l'environnement (protection de l'eau, des sols, de la faune sauvage et domestique) se raisonne à partir des caractéristiques du sol et des substrats à traiter.

Des chantiers doivent être réalisés selon les normes et recommandations en vigueur en recourant à des services agricoles reconnus pour la qualité de leurs prestations.

Les types de compostage :

Le compostage individuel

Le compostage naturel est un processus en deux phases :

Sous l'action de micro-organismes, la matière organique « fraîche » est dégradée en éléments simples, puis restructurée en une matière organique stable : le compost.



Il s'effectue à l'initiative des particuliers qui utilisent un composteur installé dans leur jardin. Les fermentescibles sont soustraits de la poubelle grise pour alimenter le composteur. Au bout de 6 mois à un an, le compost produit peut être utilisé comme apport dans le jardin. Ce procédé se développe avec la distribution de composteurs par les collectivités qui souhaitent activer son développement. Il concerne évidemment l'habitat pavillonnaire.

Le compostage collectif : l'exemple de Saint-Philbert de Bouaine (Vendée)

Cette commune a pris l'initiative d'une des premières expériences de compostage de quartier en France. Ce compostage collectif est une première réponse à la problématique des déchets. Il s'agit de retirer 25% du poids de la poubelle en séparant les fermentescibles des déchets résiduels ultimes et en valorisant au maximum les déchets verts. (Les fermentescibles sont isolés des autres déchets). Les premières indications donnaient 50% de la population comme participant au projet de compostage collectif, et 30% préférant le compostage individuel. Un maître composteur à temps partiel est en charge de la formation, de la réception et de la

fabrication. Les usagers apportent leurs déchets et récupèrent une part du compost en proportion de leur apport (à la pesée).
Des projets similaires se développent à Rennes, Angers et d'autres villes.



Le compostage collectif



Accueil et pesée de la poubelle «fermentescibles»

Valorisation des déchets organiques dans l'agglomération de Lorient :
La Communauté d'Agglomération du Pays (CAP) de Lorient regroupe 190.000 habitants répartis dans 19 communes. En 2000, l'agglomération a choisie de mettre en place :
. Une collecte sélective des emballages et des déchets organiques ménagers en porte-à-porte, et
. Une collecte sélective de verre et des journaux-magazines en apport volontaire. L'agglomération a cherché une organisation acceptable pour les populations et surtout une alternative à l'incinération.
- Pour collecter un maximum de déchets, l'ensemble des 90.000 foyers de l'agglomération, y compris ceux en habitats collectifs, ont été équipés de « bio-seaux » installés dans les cuisines. Des sacs biodégradables ont été mis à disposition pour les conteneurs spécifiques pour les bio-déchets. Parallèlement, la taille des conteneurs pour les ordures résiduelles a été réduite pour inciter au tri. La collecte a officiellement débuté en 2003.



Communication



Bio-seau avec filtre

- Côté qualité, l'agglomération est également satisfaite car le taux d'indésirable est faible : Entre 1 et 6% du poids selon les quartiers. De plus, il n'y a pas eu de transfert trop important des déchets verts habituellement déposés en déchetterie vers les bio-déchets. Les déchets de cuisine représentent 60% des bio-déchets. Une fois collectés, ces bio-déchets sont regroupés et transférés vers l'unité de traitement biologique où ils sont compostés. Les déchets restent 4 semaines environ dans les tunnels de traitement avant d'être affinés. Le substrat obtenu est ensuite déferraillé, criblé, trié avant d'être officiellement dénommé compost.
- Selon les analyses, le compost de Lorient répond aux exigences qualitatives de la norme NFU 44-051 relatives aux amendements organiques, révisée en 2006 et qui est obligatoire depuis le 28 février 2009 pour les composts de bio-déchets. Grâce à la qualité du tri, le compost de l'agglomération répond également aux exigences de

l'écolabel européen. En plus, depuis 2008, le compost répond aux exigences du référentiel de l'agriculture biologique.

- Le centre de traitement de Cap l'Orient est prévu pour composter 16.000 tonnes par an de déchets dans un objectif de production de 6.000 tonnes par an de compost.
L'intégralité sera commercialisée auprès d'une vingtaine d'agriculteurs de l'agglomération et mise à la disposition des communes pour leurs espaces verts. Mais l'agglomération ne compte pas en rester là et prévoit d'améliorer sa collecte car selon les derniers contrôles, il reste encore entre 17 et 36% de bio-déchets dans les ordures résiduelles. Des industries agroalimentaires ont également pris contact avec l'agglomération afin d'envisager une prise en charge de leurs déchets. Parallèlement à la mise en place de ses collectes sélectives, l'agglomération de Lorient a fait le choix d'enfouir ses ordures résiduelles. Mais ces dernières sont préalablement stabilisées ; subissent un prétraitement similaire au compostage afin de réduire la part de déchets fermentescibles restante. Cela permet de réduire de 30% le poids total des déchets enfouis.

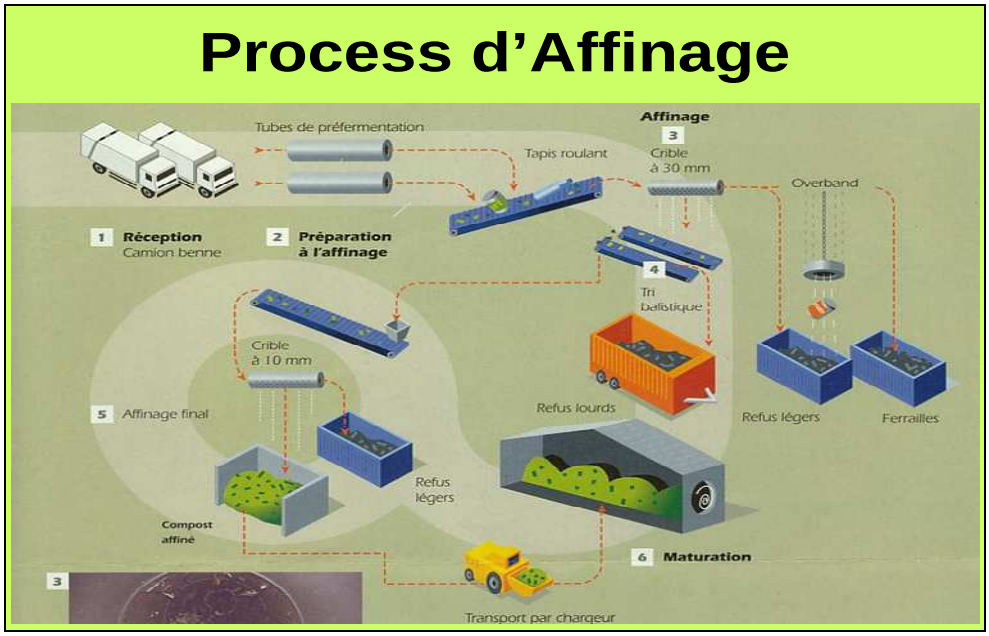
Le Traitement Mécano Biologique (compostage industriel)

AVERTISSEMENT : Compte tenu des odeurs générées par ce type d'installation traitant des ordures ménagères et produisant des composts, des soins particuliers doivent être pris en matière d'étanchéité des bâtiments, de dépression « suffisante » au sein de ces bâtiments et de désodorisation de l'air avant rejet dans l'atmosphère. Elles sont à proscrire à proximité d'habitations.

. L'Unité de Launay Lantic (Côtes d'Armor)
Présentation :
Ce centre traite les déchets d'une communauté d'agglomération de 34 communes, regroupant près de 45 000 habitants (tourisme compris).
Un tri sélectif est opéré sur les apports volontaires en déchetterie pour le verre, le papier, les cartonnettes, le plastique et les métaux (4 200 tonnes/an) ainsi que pour les déchets verts (13 000 tonnes/an). Les ordures ménagères (en moyenne 13000 tonnes/an) sont collectées à domicile, en « tout venant ». Elles font l'objet d'un tri mécano-biologique. Les opérations de tri sont effectuées dans des équipements conventionnels décrits dans les chapitres précédents. Le traitement biologique à lieu dans deux tubes rotatifs « BRS » (Biological Revolving System).



L'usine de Launay-Lantic



Les 6 phases du retour à la terre :

Chaque chargement passe par un pont bascule afin d'être contrôlé, pesé et identifié. Les ordures ménagères sont déversées dans les fosses de réception puis reprises par un grappin et transférées vers les trémies qui alimentent les tubes de pré-fermentation (BRS). Ces tubes tournent en quasi permanence sur leur axes pour malaxer les déchets qui en jours sont transformés en un compost dit « gris » ; le processus de fermentation n'ayant pas atteint sa phase terminale de transformation.

Réception



Préparation à l'affinage



Chaque chargement passe par un pont bascule afin d'être contrôlé, pesé et identifié. Les ordures ménagères sont déversées dans les fosses de réception puis reprises par un grappin et transférées vers les trémies qui alimentent les tubes de pré-fermentation (BRS). Ces tubes tournent en quasi permanence sur leur axes pour malaxer les déchets qui en quelques jours sont transformés partiellement en un compost dit « gris » ; le processus de fermentation n'ayant pas atteint sa phase terminale de transformation quelques jours sont transformés partiellement en un compost dit « gris » ; le processus de fermentation n'ayant pas atteint sa phase terminale de transformation.

Dans les tubes des couteaux éventrent les sacs poubelles. Le brassage en continu active la fermentation dite aérobie (en présence d'air). En quelques jours, (habituellement 4 jours), la matière organique est réduite en une fraction très fine aisément séparable des indésirables. En sortie de tube les déchets sont acheminés vers la tour d'affinage par un tapis roulant.

Criblage



Tri balistique



Un premier criblage est réalisé par crible rotatif (trommel) pour séparer les indésirables supérieurs à 30 mm de diamètre (barquettes pots de yaourt…) du compost. Les éléments métalliques sont récupérés par un « overband » (système magnétique) pour être acheminés vers les aciéries.

La seconde étape de l'affinage, c'est le tri balistique. Une fois criblé, le compost brut tombe sur un double tapis sélectionneur. En rebondissant, les refus lourds sont séparés du compost.

Affinage final





Le compost subit un dernier affinage sur un crible à toile de 10 mm, ce qui permet d'éliminer notamment les fragments de films plastiques.

Maturation (fin)

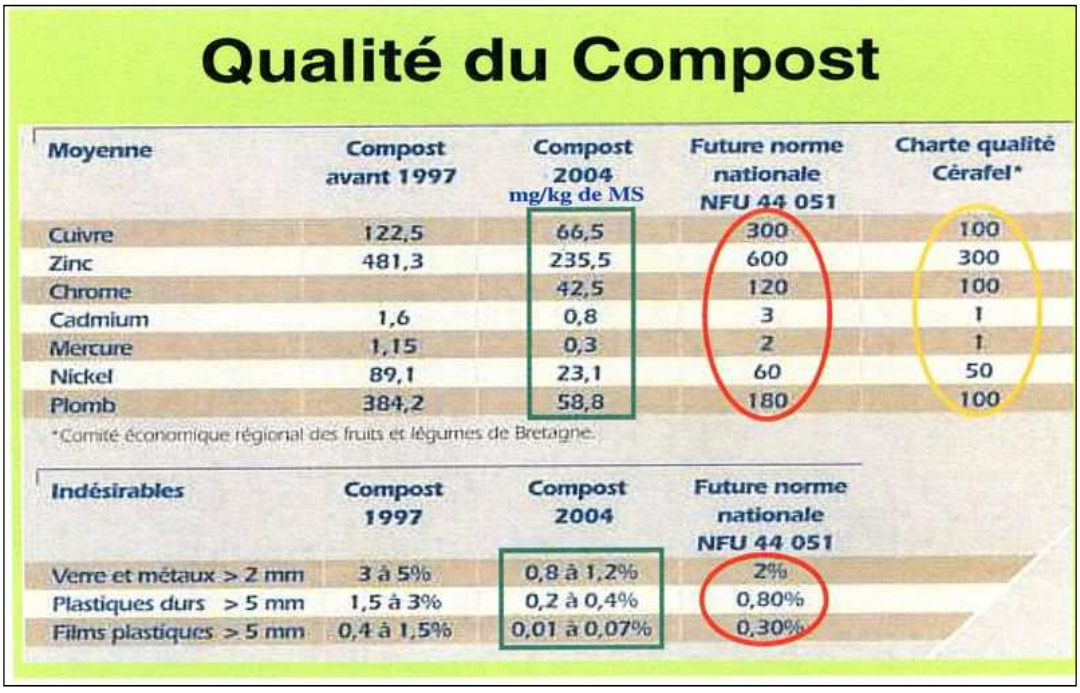




Le compost frais est mélangé à du compost de déchets verts. Retourné régulièrement et soumis à des contrôles fréquents, le mélange séjourne à l'abri, sous le hangar de maturation.
En période estivale, l'usine produit une autre gamme de compost par des mélanges avec des algues.
Au bout de deux à trois mois, l'humus obtenu est prêt à l'épandage sur les terres agricoles. L'ajustement des doses de compost en fonction des besoins des cultures passe par une connaissance exacte de l'amendement à épandre.
Chaque lot de compost comporte une fiche de suivi où figure sa composition, l'historique de sa fabrication et les résultats d'analyses. Il répond à la norme NFU 44051 qui est spécifique au compost issu de déchets. Complètement épuré de petits morceaux de plastiques, son aspect est irréprochable.

La capacité de traitement
Elle est de 18 000 tonnes/an (ordures ménagères + biodéchets industriels) avec une saisonnalité de 45 tonnes/jour hors saison, et 80 tonnes/jour en saison de vacances.
Le tri mécano biologique permet de récupérer 50% du poids des déchets en compost. L'eau s'évapore, et une certaine quantité de méthane se dégage de la matière organique traitée. Les indésirables sont enfouis dans un centre d'enfouissement de classe 2 de 12 ha et qui sera saturé en 2030.

La qualité du compost de Launay Lantic (document Smitom) :



Qualité du Compost

Moyenne	Compost avant 1997	Compost 2004 mg/kg de MS	Future norme nationale NFU 44 051	Charte qualité Cérafel*
Cuivre	122,5	66,5	300	100
Zinc	481,3	235,5	600	300
Chrome		42,5	120	100
Cadmium	1,6	0,8	3	1
Mercure	1,15	0,3	2	1
Nickel	89,1	23,1	60	50
Plomb	384,2	58,8	180	100

*Comité économique régional des fruits et légumes de Bretagne.

Indésirables	Compost 1997	Compost 2004	Future norme nationale NFU 44 051
Verre et métaux > 2 mm	3 à 5%	0,8 à 1,2%	2%
Plastiques durs > 5 mm	1,5 à 3%	0,2 à 0,4%	0,80%
Films plastiques > 5 mm	0,4 à 1,5%	0,01 à 0,07%	0,30%

La composition comparée à la norme NFU 44051 et à celle du Cérafel (Comité économique régional des fruits et légumes de Bretagne) qui l'utilise depuis quelques années avec satisfaction.

Launay Lantic démontre qu'il est possible de produire des amendements organiques irréprochables. Ce type d'équipement est complètement transposable pour des agglomérations de 200 000 habitants, soit en unités disséminées, soit en site unique.

Il est recommandé de ne pas broyer les déchets. Le compost est affiné sur un crible à toile de 10 mm pour éliminer les fragments de plastiques.

LES PROCEDES BIOLOGIQUES - 2

. La méthanisation
. Les combinaisons de technologies : méthanisation et compostage
. Propositions pour éliminer le plastique du compost
. Du carburant 100% méthane d'origine déchets.

Définition du procédé de méthanisation

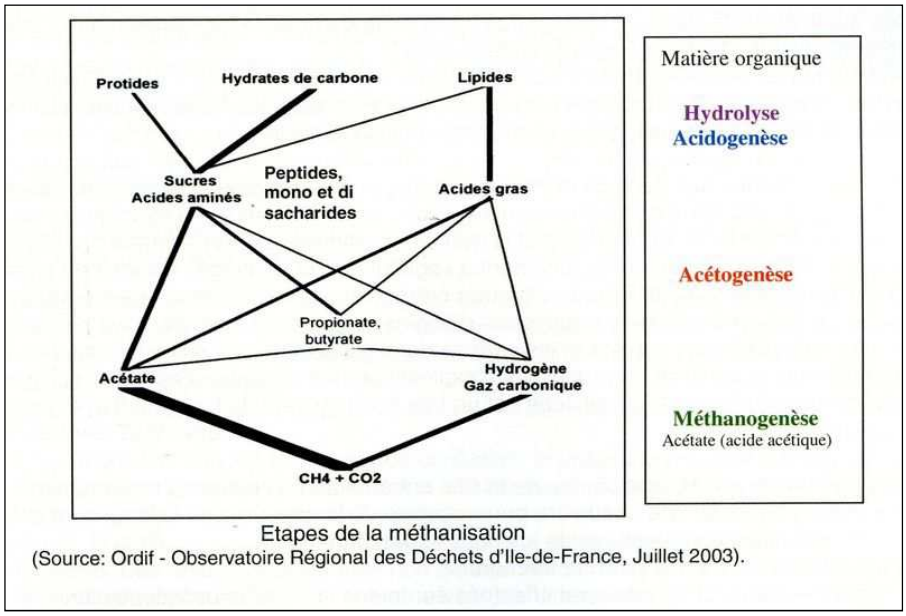
- Le procédé consiste en une transformation de la matière organique en méthane (50 à 90%) et gaz carbonique (CO2 de 10 à 40%) ainsi que des traces d'hydrogène sulfuré (H2S de 0,0 à 0,1%) par une communauté microbienne fonctionnant en anaérobiose (en l'absence d'oxygène). Cette fermentation est un phénomène naturel. Elle est réalisée par plusieurs populations de bactéries classées en trois familles :

. Les psychrophiles qui vivent à 25 °c
. Les mésophiles qui vivent à 35°c, et
. Les thermophiles qui vivent à 55°c

Le choix de la température de digestion à une incidence sur le degré d'hygiénisation.

- Les réactions biologiques sont complexes, mais peuvent se résumer en quatre étapes :

. Une hydrolyse par une flore microbienne variée, qui transforme les chaînes organiques complexes (protéines, lipides, polysaccharides) en acides gras, mono et disaccharides, peptides et acides aminés.
. Une acidogenèse, qui dégrade ces produits intermédiaires en acides gras volatiles d'une part, et composés gazeux (CO2, H2, NH3) d'autre part.
. Une acétogènese qui transforme les acides gras volatiles en acide acétique,
. Une méthanogenèse qui produit du méthane par deux voies possibles :
. La principale, dite acétotrophe transforme l'acide acétique :
CH3COOHà en CH4 et CO2, et
. La deuxième, dite hydrogénotrophe associe du dioxyde de carbone et de l'hydrogène :
CO2+4H2à CH4+2H2O



Etapes de la méthanisation
(Source: Ordif - Observatoire Régional des Déchets d'Ile-de-France, Juillet 2003).

Le procédé s'applique à la plupart des déchets organiques (lignite exclu) :
- Municipaux : déchets alimentaires, journaux, emballages, textiles, déchets verts, produits de l'assainissement urbain tels que boues d'épuration, graisses, refus de dégrillage…
- Industriels : boues et effluents des industries agroalimentaires, fraction fermentescible des DIB (produits légumiers ou céréaliers refusés).
Seule cette dernière étape est anaérobique au sens strict.
La voie acéto-clastique est responsable de la production de 70% du méthane produit.
Des bactéries sulfato-réductrices sont également présentes qui réduisent sulfates et autres composés soufrés en hydrogène sulfuré (H2S) et mercaptans qui donnent au biogaz une odeur caractéristique.
- Agricoles : substrats de végétaux, déjections animales

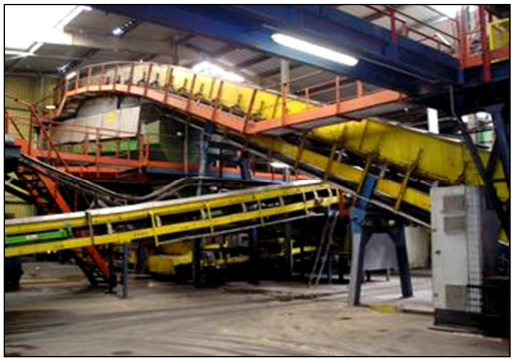
Le procédé industriel
Il consiste à placer les déchets à traiter dans des cuves (ou digesteurs) à l'abri de l'oxygène en maintenant des températures favorables au développement des bactéries. Des évolutions technologiques importantes ont permis d'améliorer le rendement de la transformation notamment en augmentant les surfaces de contact entre les bactéries et l'effluent à traiter et en maintenant constantes, de manière automatisée, les conditions biochimiques du réacteur. Ces avancées ont permis d'augmenter les capacités de traitement, mais aussi de diminuer les temps de rétention (ou temps de séjour) de la matière dans les réacteurs. En termes d'investissements, les volumes de digesteurs nécessaires ont donc beaucoup diminué.
La méthanisation va permettre de traiter les déchets fermentescibles en les stabilisant : ils ne fermenteront plus après un passage en digesteur. Ce procédé, qui se déroule par définition à l'abri de l'air, n'engendre aucune nuisance olfactive. De plus, il permet l'hygiénisation des déchets : les facteurs temps et température vont en effet jouer en faveur de l'élimination des virus et bactéries pathogènes. Les transformations physico-chimiques qui prennent place lors du traitement conduisent à une réduction sensible, de l'ordre de 40% des teneurs en matière sèche.
Cette technologie est aujourd'hui parfaitement maîtrisée, de nombreuses variantes ont été brevetées. Plusieurs constructeurs proposent des usines clés en main, de nombreux bureaux d'études avec de sérieuses références peuvent assurer la maîtrise d'œuvre des installations.

L'usine d'Amiens
- Basée sur le procédé Valorga, L'usine traite une large gamme de bio-déchets aussi bien ménagers, qu'industriels de l'agroalimentaire local.
- Située à 8 km au Nord-Ouest, au cœur d'une zone industrielle, l'usine « IDEX Environnement Picardie » traite, exploite et recycle les ordures ménagères issues de la collecte sélective et plus particulièrement la «poubelle grise» appelée «famille skireste».
- Cette usine fait subir aux déchets ménagers un traitement biologique par fermentation des déchets organiques dans d'immenses cuves. Cette «méthanisation» s'effectue sur un cycle de 3 semaines, en continu, au bout duquel la part biodégradable est transformée en amendement organique (compost) distribué gratuitement à l'agriculture, et en biogaz valorisé en vapeur vendue à une usine voisine. Pour fonctionner correctement, ce processus de méthanisation (cf. ci-dessus) a besoin de déchets organiques d'origine végétale ou animale, c'est pourquoi il est nécessaire de laisser les papiers et les cartons dans les poubelles «skireste» car leur dégradation est essentielle au processus d'exploitation des déchets. C'est aussi un excellent moyen de les valoriser, car la cellulose est un très bon adjuvant de fermentation et produit beaucoup de gaz.

- Elle comprend en amont, une chaîne de tri des entrants pour éliminer au maximum les indésirables, et en aval une chaudière pour produire de la vapeur avec le biogaz, et différents dispositifs de réinjection de gaz et de jus dans le parcours de traitement.
- Le gaz en surplus est brûlé par une torchère.
- Des contrôles bactériologiques sont effectués sur toutes les étapes de valorisation.



Usine de méthanisation d'Amiens – Digesteurs



Chaine de tri des entrants (vue partielle)



La chaudière alimentée par le biogaz

Le Procédé Valorga

- Une suite de quatre étapes distinctes :

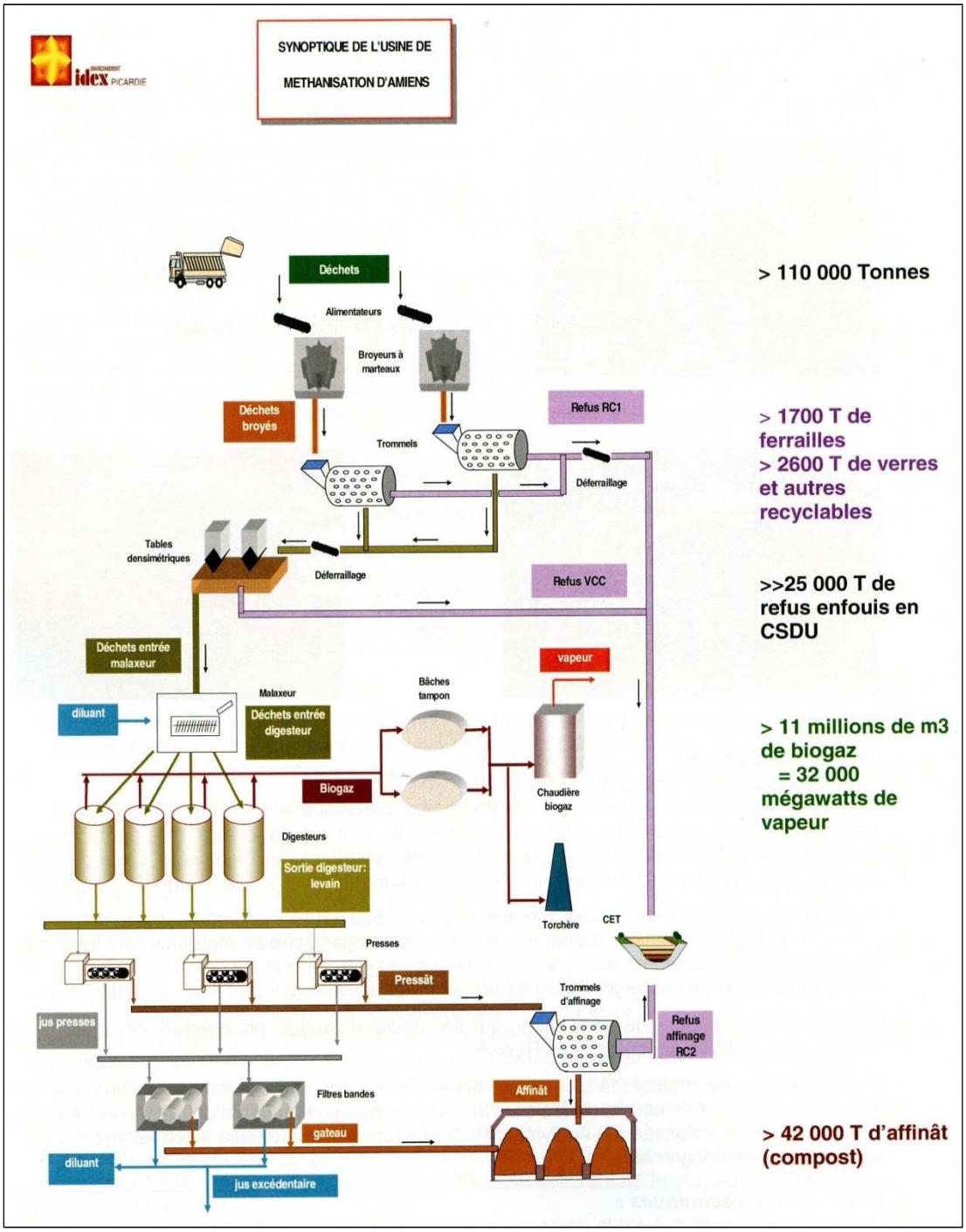
. Le tri : les biodéchets suivent une chaîne de tri automatique afin d'extraire les diverses indésirables présents dans les ordures ménagères. Ils sont broyés, criblés, triés par tables densimétriques, déferraillés et malaxés avant introduction dans des digesteurs, cœur du procédé. Des équipements mécaniques classiques sont utilisés dans la chaîne de traitement.

. La digestion : au sein des quatre digesteurs (3 de 2500 m3 et 1 de 3500m3) la flore microbienne digère la matière organique et produit un biogaz riche en méthane. Le transfert et l'homogénéisation des matières sont favorisés par un système breveté de recirculation séquentielle de biogaz sous pression, à l'intérieur des digesteurs.

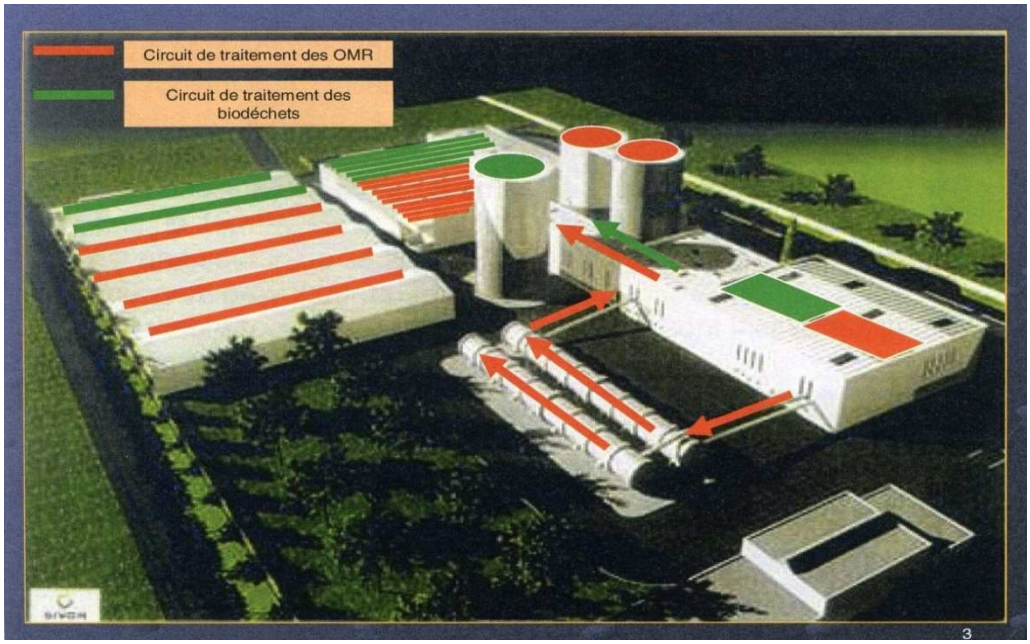
. L'affinage du compost : le compost produit est stocké en andain pour maturation. Il est valorisé sur les terres agricoles de la Région.

. La production de chaleur : le biogaz produit est brûlé dans une chaudière pour produire de la vapeur de 18 bars. Elle est distribuée à un industriel proche au moyen d'un réseau enterré. La quantité d'énergie valorisée est équivalente à la consommation annuelle de chauffage d'un ensemble de 4000 logements.

Observations Techniques :
Pendant une période suivant le démarrage de l'usine, la présence de verre non trié dans l'alimentation des digesteurs, produisait des sédiments dans les fonds de ces derniers. Ce processus conduisait à des arrêts de l'installation.
Par ailleurs, la qualité de la matière organique produite n'était pas égale à celle de Launay Lantic. Des matières plastiques non isolées étaient en quantités suffisantes pour être visuellement perceptibles. Ces problèmes ne sont pas insolubles.



Les combinaisons de technologies
Le complexe de Varennes Jarcy (technologie mixte) :
C'est le premier centre en France qui allie le compostage et la méthanisation.
Comme visualisé sur la maquette ci-dessous, il existe deux circuits (orange et vert) :



Source : diaporama de Varennes Jarcy

- Le tri mécano biologique (circuit orange)
C'est uniquement dans le circuit des O.M qu'il y a un « tri » préalable à la méthanisation. La « section tri » utilise pratiquement les mêmes équipements qu'à Launay Lantic.
- La méthanisation (circuit vert) :
Dans ce circuit, il y a une seule opération mécanique, le déchiquetage des déchets verts, avant méthanisation. Les bio-déchets sont un composite de toutes sortes de matières *organiques.*

L'usine :



L'usine de Varennes Jarcy

Le traitement général s'opère en cinq étapes :

- La réception

Selon le type déchets collectés, les camions vident leur contenu dans des fosses spécifiques :

. **Les ordures ménagères d'un côté,**

. Les biodéchets, de l'autre.

- La préparation

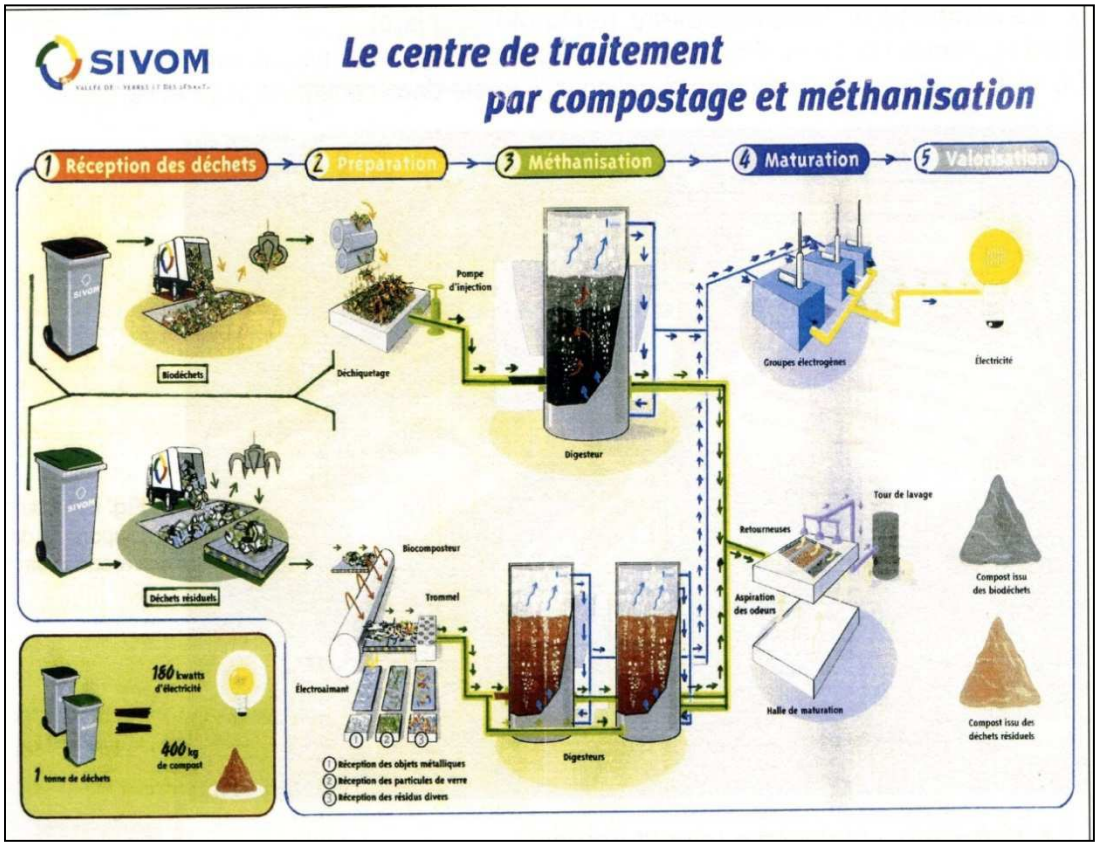
. Des O.M. résiduelles (celles qui n'ont pas été triées)

Ces déchets ne contiennent pas que des matières biodégradables. Leur préparation consiste à les trier avant de les traiter dans des bio-composteurs (BRS) où une action bactérienne décompose les déchets. La décomposition de tout ce qui est organique a lieu avec une montée naturelle de la température à 45 degrés. Le temps de passage dans cet équipement est en moyenne de 72 heures.

Comme à Launay Lantic, il ressort un pré-compost qui est sélectionné par un système de tri mécanique.

. Des bio-déchets

Le circuit se limite à un passage dans un système de déchiquetage des bio-déchets pour qu'ils se désagrègent plus facilement. Ils sont ensuite introduits par des pompes dans les digesteurs.



- La méthanisation (procédé Valorga)

Les deux types de déchet sont traités dans des digesteurs spécifiques :

. Un pour les bio-déchets

. Deux pour les O.M

Les digesteurs sont de grands silos où les déchets séjournent pendant 4 à 6 semaines. La température est maintenue à 40°c. Les déchets se dégradent par action bactérienne. La décomposition entraîne la production de biogaz. Une partie du gaz est réinjectée à neuf bars dans le digesteur pour mélanger son contenu et améliorer le processus. L'autre partie est transférée vers des moteurs à gaz.

- La maturation des composts

Deux sortes de composts sortent des digesteurs, avec une qualité semblable, même si le compost produit à partir des bio –déchets est un peu plus pur.



Matière organique sortie du digesteur

Les composts sont entreposés dans une halle de maturation, dans de longs couloirs où ils séjournent pendant trois semaines. Ils sont régulièrement aérés par une retourneuse afin de permettre un assèchement plus rapide. Le bâtiment est clos et permet ainsi de capter l'air qui est désinfecté et désodorisé dans une tour de lavage. Cela évite une prolifération d'odeurs.

- La valorisation : le biogaz

Le biogaz alimente des groupes électrogènes. Avec 100 000 t/an de déchets il est possible d'alimenter tout le site du SIVOM et le reste est revendu à EDF.

Les équipements

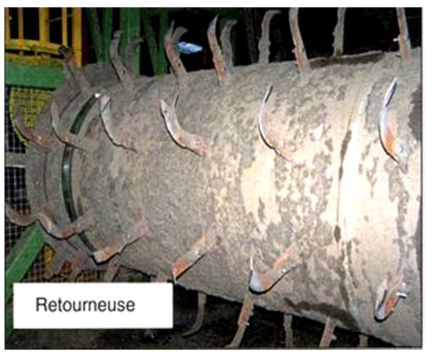
- 2 BRS qui peuvent absorber 150 t/j
- Un tapis roulant entre fosse et BRS qui est capoté pour réduire les odeurs.
- Un système de tamis,
- Un électro-aimant qui récupère tout ce qui est métallique,
- Des tapis densimétriques qui évacuent les morceaux de verre,
- Un crible de 10 mm (trommel) qui retire du verre fin du compost gris et qui est une source de sédimentation dans les cuves de fermentation. L'accumulation de sédiments peut provoquer un arrêt de l'usine.

Les métaux sont recyclés. Les autres particules sont incinérées pour produire de l'énergie dans un centre hors du SIVOM.

- Trois digesteurs d'une capacité de 2650 m3, avec un remplissage de 2/3 de déchets et 1/3 de gaz.
- Un déchiqueteur (probablement rotatif avec marteau) est utilisé pour broyer les bio-déchets.



BRS



Des retourneuses aèrent le compost

La traçabilité
Afin de protéger l'environnement, il est indispensable de garder la traçabilité du compost enfoui dans les sols.

Intérêt de la juxtaposition
Les procédés biochimiques décrits au-dessus présentent dans leur conception la possibilité de phasage par module :
. 1,2,3…BRS (Biogical Revolving Systems) par addition dans le temps dans la section tri mécano biologique, et la possibilité de :
. 1,2,3… digesteurs par addition dans la partie méthanisation.

Le tri mécano biologique est une unité indépendante qui produit du compost, et la méthanisation est une unité indépendante qui produit du compost et du biogaz. Il est possible de combiner les deux pour obtenir différentes proportions de compost et de biogaz.

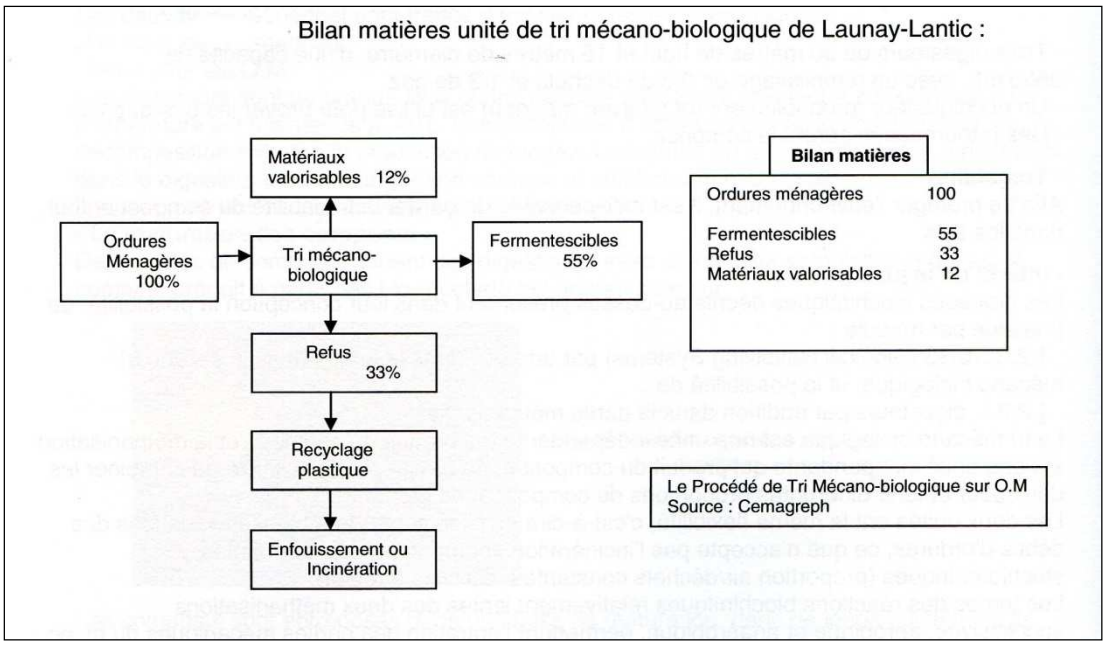
Les deux unités ont la même flexibilité, c'est-à-dire qu'elles supportent bien les variations des débits d'ordures, ce que n'accepte pas l'incinération compte tenu des contraintes stochiométriques (proportion air/déchets constantes, difficiles à régler).
Les temps des réactions biochimiques relativement lentes des deux méthanisations successives, aérobique et anaérobique, permettent l'entretien des parties mécaniques du tri, ce que n'autorisent pas les procédés du type incinération en continu.
Les composts sont entreposés dans une halle de maturation, dans de longs couloirs où ils séjournent pendant trois semaines. Ils sont régulièrement aérés par une retourneuse afin de permettre un assèchement plus rapide. Le bâtiment est clos et permet ainsi de capter l'air qui est désinfecté et désodorisé dans une tour de lavage. Cela évite une prolifération d'odeurs.
Les métaux sont recyclés. Les autres particules sont incinérées pour produire de l'énergie dans un centre hors du SIVOM.

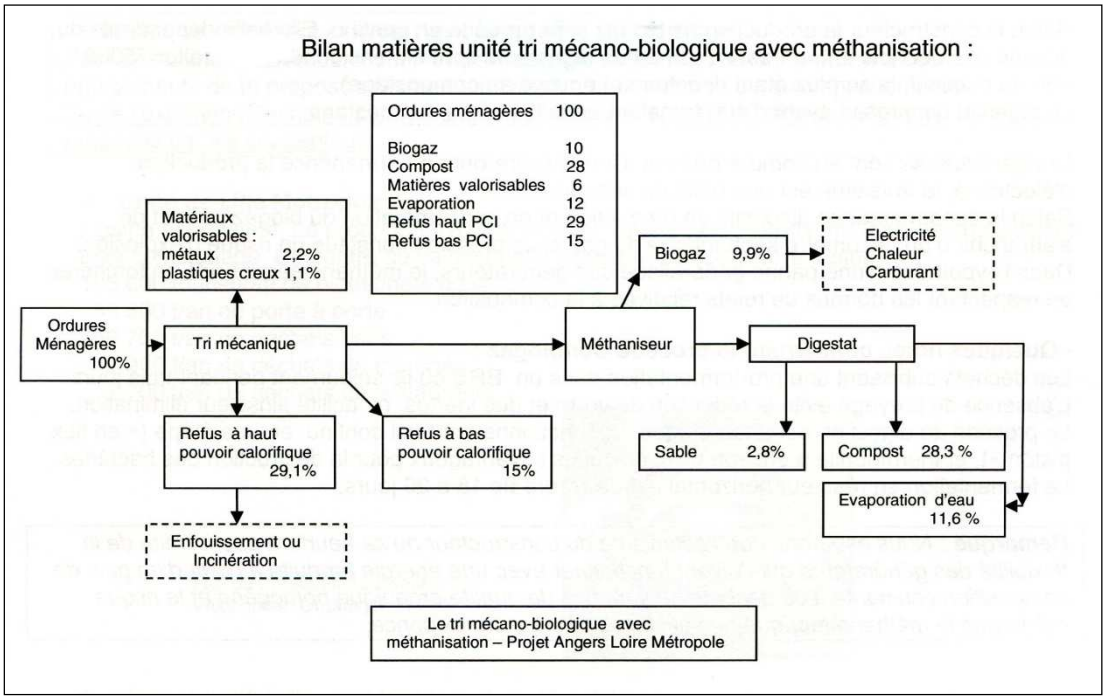
Remarques
- Le choix entre Tri mécano-biologique, Méthanisation, ou combinaison des deux ne peut être que fonction des débouchés et des valorisations des productions à partir de bilans de matières.
- Nous rappelons, par ailleurs, que l'épandage du compost peut être soumis à des contraintes saisonnières en fonction des régions, ce qui implique la nécessité de stocker le compost.
- Bien entendu, des stocks tampons peuvent être créés chez les intermédiaires sous réserves de contrats long termes.
- Les possibilités décrites au-dessus permettent d'étaler les investissements dans le temps. Construire des unités surdimensionnées pour traiter d'hypothétiques accroissements de la production des déchets est une hérésie que devront payer les contribuables, et contre laquelle nous mettons en garde. La politique environnementale de la nation va dans le sens d'une réduction de la production des déchets. Construire des méga usines aujourd'hui, c'est faire preuve de myopie vis-à-vis des progrès technologiques dans ce domaine. Ces installations seront vite obsolètes. Il faut éviter à tout prix des usines qui serviront à traiter les déchets des autres parce que conçus trop importantes ; des déchets transportés de loin contribueront à l'augmentation de l'effet de serre.

La qualité du compost
Les DIS et les médicaments ne doivent pas se trouver mélangés aux ordures ménagères.

De la communication doit être faite pour qu'une large majorité de citoyens s'autodiscipline.
- La qualité du compost industriel produit par le procédé mécano-biologique (tubes BRS) ou issu des digesteurs de la méthanisation dépend exclusivement de l'efficacité de la séparation physique des impuretés (plastiques, métaux etc.) par les équipements spécialisés de tri adjoints aux procédés.

- **Bilans matières comparés (à titre indicatif) :**





Le "Biopole" d'Angers Loire Métropole –
Constructeur Vinci (schéma simplifié - procédé Compogaz – fig. p. 114)

Unité de tri mécano-biologique avec méthanisation
Cette unité a pour objet de produire du biogaz et du compost à partir de 90000 t/an de d'ordures ménagères auxquels s'ajouteront 3 tonnes de déchets verts broyés.
L'ambition est de fabriquer un compost conforme à la norme NFU 44-051 qui sera valorisé en agriculture. Le biogaz sera dans un premier temps utilisé pour générer de l'électricité, puis ultérieurement en fonction de l'évolution de la législation et les conditions économiques, injecté dans le réseau GdF et, ou utilisé en cogénération ou en tant que biocarburant.
Les autres fractions séparées sont :
. Les ferreux qui seront recyclés auprès de repreneurs agrées
. Les plastiques PET-PEHD
. Deux classes d'inertes :
1° A haut PCI qui sera destinés à la valorisation énergétique
2° A bas PCI qui seront enfouis en CSDU classe II.
Par un premier criblage (trommel) trois fractions distinctes sont triées :
1° 0-60 mm, fraction qui contient une grande partie des fermentescibles qui sera dirigée vers la méthanisation (après déferraillage et retrait des éléments lourds (cailloux, verts…)
2° 60-250 mm, fraction riche en papier, carton et textiles sanitaires. Les plastiques sont séparés par un équipement de tri optique, après passage sur un séparateur balistique de produits plats/creux.
3° > 250 mm, fraction riche en papier, carton, et textiles.
Les fractions <60 mm seront introduites dans un BRS ('Biological Revolving System'- qui est un tambour cylindrique en rotation permanente. Après un nouveau criblage les fractions riches en fermentescibles (< 60 mm) seront introduites dans deux trémies tampons qui alimenteront en continue des digesteurs horizontaux (24h sur 24,
7j sur 7).
Selon le constructeur la production de biogaz sera produite en continu. Elle est indépendante du volume des déchets entrant dans l'usine (les digesteurs sont dimensionnés pour traiter 75000 t/an au nominal, le surplus étant directement envoyé au compostage).
Le digestat est pressé avant d'être transféré dans l'unité de compostage.
Les générateurs sont au nombre de trois. Deux assureront en permanence la production d'électricité, le troisième est une unité de secours.
Selon le constructeur ce dispositif de production et de consommation du biogaz permet de s'affranchir d'un gazomètre sachant que du gaz sous pression constitue un risque d'explosion. Dans l'hypothèse d'une panne généralisée des générateurs, le méthane serait brûlé en torchères en respectant les normes de rejets relatives à la combustion.
Les déchets subissent une pré-fermentation dans un BRS où ils séjournent pendant trois jours. L'absence de broyage évite la réduction du verre et des inertes, et facilite ainsi leur élimination.

Quelques notes concernant le procédé Compogaz
Le procédé de digestion est anaérobique. Le fonctionnement est continu, en une étape (« en flux piston »), et thermophile à environ 60°c, ce qui est avantageux pour la destruction des bactéries. La fermentation en réacteur horizontal est de l'ordre de 15 à 20 jours.

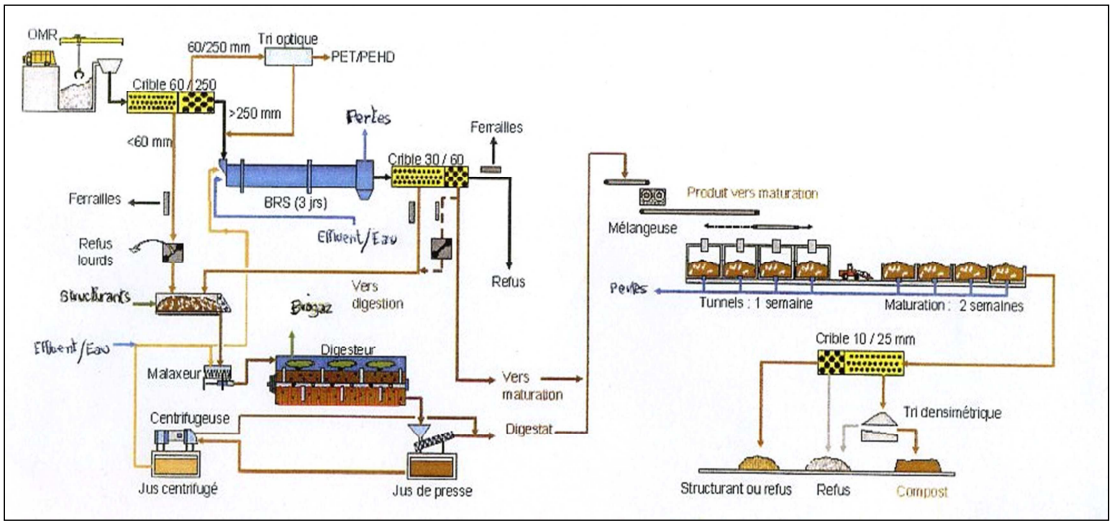


Schéma du procédé Compogaz

- Remarque générale concernant la qualité du compost.
Pour des usines nouvelles, Il est indispensable de s'assurer que les performances des équipements de tri proposés permettent d'atteindre les normes de qualité escomptée. Seule l'expérience acquise sur des unités opérationnelles peut confirmer ou infirmer les choix proposés par les concepteurs.

<u>Avertissement :</u> L'alimentation de ces usines doit être EXCLUSIVEMENT de type O.M et assimilés ; ne peuvent traiter des DIB ; ne fonctionnent pas comme des incinérateurs. La présence de bâches agricoles et matières similaires conduisent à la formation de torons dans les BRS, ce qui a nécessité des arrêts fréquents de l'usine en question pour leurs retraits.
Nous avons suivi les opérations de cette usine depuis son démarrage il y a à peu près trois ans.

. L'usine fonctionne avec trois digesteurs sur quatre disponibles avec une charge d'environ 60 000 tonnes. L'Usine a été conçue pour traiter 90 000 tonnes.
Nous confirmons notre avis (rédigé lors de l'enquête publique) que cette installation est sur dimensionnée. C'est regrettable pour le contribuable.
Nous relevons des difficultés de fonctionnement, malheureusement non résolues.
Depuis la mise en service, Angers Loire Métropole n'a toujours pas réceptionné le bâtiment. L'usine ne fonctionne pas correctement : mouches et odeurs incommodent les riverains, dysfonctionnements divers, production de compost déficiente… Le conflit avec le constructeur Vinci est dans l'impasse et Véolia l'exploitant refuse de porter le chapeau des mauvais résultats. Cette situation fait le bonheur des avocats de VEOLIA, VINCI et ALM. On peut en déduire que le contribuable angevin ne sera pas épargné.
Quand l'usine de la Roseraie s'est révélée obsolète, nous avions conseillé avant tout nouvel investissement d'utiliser les capacités de traitement disponibles dans le département. Compte tenu des défaillances de BIOPOLE, on découvre maintenant que l'on envoie les déchets non traités à l'usine d'incinération de Lasse, située à 40 km d'Angers. Hormis les coûts supplémentaires, cela porte un coup au bilan carbone présenté comme favorable par ALM en prévision de la construction de cette usine.
Les problèmes sont multiples et depuis la mise en route, le fonctionnement s'est heurté à une multitude d'incidents et de défauts : torons dans les BRS qui obligeaient à les ouvrir plusieurs fois par semaine, centrifugeuse en panne, bardages non étanches, systèmes d'aération mal montés, double sas du hall de stockage

inefficace… Cette usine n'aurait jamais dû être construite en zone urbaine. En l'état, des investissements lourds seront nécessaires pour assurer un fonctionnement en continu, ce qui n'est pas le cas actuellement. La moitié des équipements se trouvant à l'air libre, au moindre arrêt technique notamment sur les BRS (Biological Revolving System) des odeurs nauséabondes sont inévitables et ne pourront jamais être éliminées. Sauf travaux importants, même constat pour l'autre moitié de l'usine qui est abritée dans un bâtiment qui n'est pas étanche. A la moindre surpression à l'intérieur du bâtiment, les odeurs sont poussées vers l'extérieur et sont inévitablement emportées par le vent.
Les personnels sont soumis à des conditions de travail difficiles à cause d'une aéraulique déficiente, entre autre. Résultat : l'agglo est obligée de mettre la main au portefeuille et a voté une enveloppe supplémentaire de 2,5 millions d'euros pour réaliser les travaux que le constructeur refuse d'engager.

Les réserves émises lors des enquêtes publiques sur le type d'usine choisi par l'agglo se confirment. L'activité présente démontre que nous avions raison. Conçue pour traiter 90 000 tonnes d'ordures ménagères, l'usine n'en reçoit que 54000, et le fait qu'elle ne soit pas à son fonctionnement optimal prive l'exploitant du complément de tonnage disponible sur le marché départemental.
Néanmoins, la production de gaz est correcte, c'est le compost produit qui pose le plus de problèmes. On est à 10% de valorisation au lieu de 30%. Et encore, celui qui est aux normes présente des défauts d'aspect par la présence de particules inopportunes comme verre, plastique et métaux, ce qui ne satisfait pas les agriculteurs locaux.
Peut-on avoir l'espoir que les problèmes soient résolus ? Angers Loire Métropole a encore quelques marges de manœuvre, notamment sur l'amélioration de la collecte qui reste un gros point noir. Les secteurs pavillonnaires équipés en composteurs envoient peu de matière fermentescible et le gros de l'agglo envoie presque n'importe quoi dans les sacs « gris ». Sans une police de la collecte, il ne sera pas facile d'empêcher les indésirables de venir perturber le fonctionnement des BRS et de la chaine de tri mécanique. L'idéal serait une collecte séparée des fermentescibles, mais elle rendrait inutile le gros du dispositif de tri. Il faudrait aussi renforcer l'aéraulique aussi bien pour le confort des personnels que pour adapter l'usine aux variations de pression atmosphérique, fréquentes dans notre région. Enfin, un double sas à l'entrée et sortie des camions de ramassage améliorerait certainement les fuites d'odeurs intempestives et nauséabondes. Toutes choses réalisables et qui corrigeraient les défauts de conception.
Rappelons que par ailleurs, le tri sélectif fonctionne plutôt bien sur Angers puisque seules 54 000 tonnes arrivent à l'usine sur les 138 000 collectées.
L'usine a coûté 65 millions d'euros. C'est beaucoup, mais c'est presque deux fois moins cher que l'incinérateur qui était prévu initialement. Il n'y a donc pas à avoir de regrets sur le plan financier. L'usine pue, mais au moins elle ne tue pas. Cette caricature n'est qu'une moindre consolation. Inutile d'épiloguer. Reste que l'agglo joue la transparence avec le comité de suivi des riverains. Au moins, on ne peut pas lui reprocher de chercher à cacher les problèmes, sauf qu'aujourd'hui les riverains qui souffrent de ces dysfonctionnements sont exaspérés et s'interrogent sur la solution juridique à venir.
Reste que tout cela a un coût pour le contribuable comme on le voit, et celui-ci pouvait espérer beaucoup mieux en matière d'évolution de la taxe à l'enlèvement des ordures ménagères. Les angevins comprendront aisément que si des améliorations sont possibles au prix de l'alourdissement de leurs impôts, l'élimination de tout problème de fonctionnement reste improbable.
Cette usine a été conçue pour une durée de vie de trente ans. Notre avis est que la section tri construite avec de nombreuses pièces métalliques mobiles vieillira mal.
Nous déconseillons l'implantation de ce type d'installation en milieu urbain.

Unité de Lille Métropole

Le procédé LINDE KCA a été retenu pour une bio méthanisation suivi d'un post compostage. Ce centre de valorisation organique (CVO) pourra traiter
108 600 tonnes/an de biodéchets dont :
. 46 300 t/an en porte à porte
. 56 700 t/an de déchets verts
. 2 900 t/an de déchets de marchés
. 2 700 t/an de déchets de restaurants

Les différentes sources de bio-déchets sont réceptionnées et triées sur des lignes équipées différemment :

- Les municipaux, avec une trémie ouvreuse de sacs, des convoyeurs à spirales qui permettent le brassage et une homogénéisation de la charge, ainsi qu'un déferraillage magnétique.
- Les commerciaux et DIB, avec un séparateur à vis si les substrats contiennent des emballages ou à couteaux s'ils sont très humides.
- Les déchets verts sont cisaillés et utilisés en mélange dans la phase ultime de maturation du compost avant affinage

Après tri, les déchets municipaux et commerciaux sont broyés ensemble avant d'être acheminés vers des boxes en pré-compostage. Dans cette étape la température s'élève à 40-50°c ; la phase d'hydrolyse démarre, ce qui permet d'éviter des fermentations indésirables.

Le produit est ensuite acheminé vers des digesteurs en position horizontale pour une meilleure intégration architecturale. La conception des digesteurs est modulaire. Ils sont construits en béton armé avec chauffage par les parois. Ils disposent d'un ensemble de périphériques propres. Un calibreur à couteaux contrôle la granulométrie du produit et la teneur en matière sèche. Ils sont alimentés 4 à 5 fois par jour. Ils sont équipés de brasseurs transversaux (hélices avec une rotation de 6 à 8 cycles par jour), et d'un fond poussoir actionné par un vérin hydraulique.

Le traitement du biogaz (élimination H_2S) peut s'effectuer par oxydes de fer.

Le brassage permet de casser la croûte susceptible de se former en surface et de libérer le gaz présent dans la matière. Le fond mobile permet au produit entrant de déplacer vers la sortie un volume correspondant au sien déjà présent dans le réacteur.

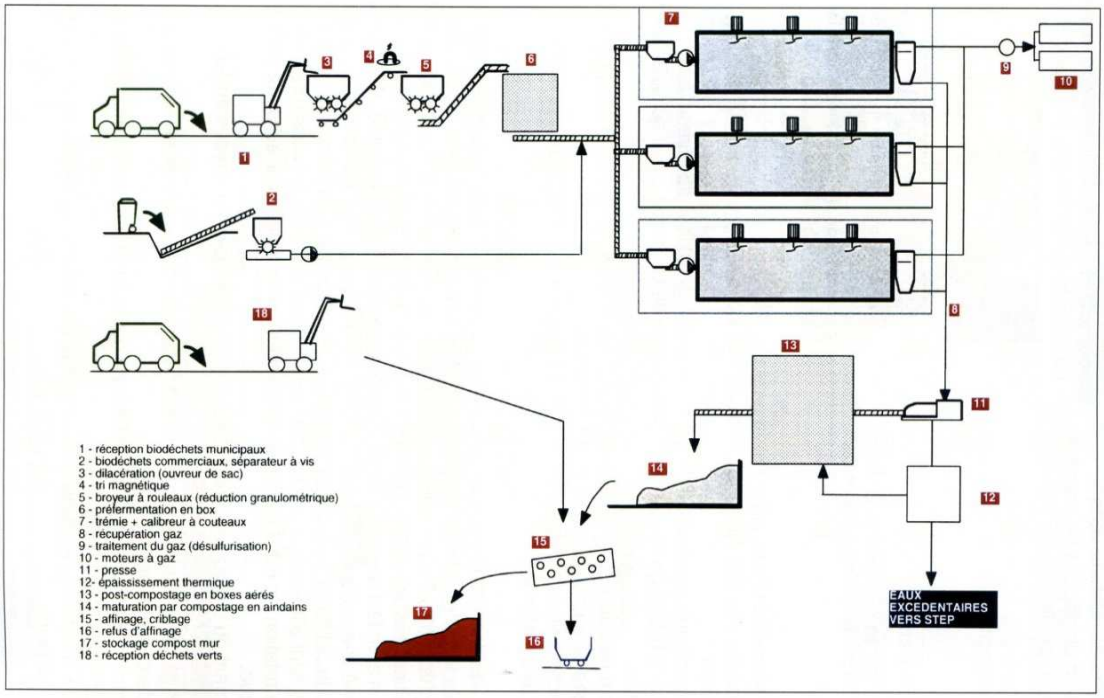
Le réacteur fonctionne en régime thermophile (50 à 57°c). Le temps de séjour du digestat est d'environ 23 jours. Il est extrait du digesteur par un système d'aspiration/refoulement (pompe à vide) et partiellement déshydraté dans des presses à vis avant d'être mélangé avec des structurants de l'affinage du produit fini (par une boucle de recirculation) et des déchets verts frais.

Le mélange est ensuite dirigé vers des tunnels de compostage intensif où il est maintenu pour au moins quatre jours à une température de 60°c afin d'éliminer les germes pathogènes. Au total le produit y séjourne pendant environ 20 jours. L'ensemble de cette ligne est mécanisé. La maturation en andains se fait dans une halle fermée et couverte. Les andains sont retournés par une machine et le compost affiné (tri balistique, tri aéraulique, crible à étoile) pour obtenir un produit satisfaisant.



Maquette du Centre de Valorisation Organique de Lille

Schéma simplifié d'une unité Linde



Source : Ordif (Observatoire Régional des Déchets d'Ile-de-France)

Propositions pour éliminer le plastique du compost :

- Réduire les quantités de plastique lors des opérations de 'Prévention' (actions Pouvoirs Publiques, dans la 'Distribution' et par les ménages).
- Eliminer le plastique lors du tri sélectif.
- Ne pas broyer finement (séparation du verre et du plastique rendu plus difficile) avant méthanisation !

. A Calais un broyeur agricole est utilisé (peut-être provisoirement).
. A Amiens des marteaux étaient en service.
. A Varennes Jarcy des BRS sont installés.
. A Angers des BRS sont utilisés.

- Pour une quasi élimination des fragments de plastiques dans le compost plusieurs solutions sont possibles :

. Le criblage fin (10 mm ou moins) avant les digesteurs et/ ou
. Le tri balistique du produit fini.



- Autrement, la solution d'utiliser des sacs biodégradables pour la collecte des déchets est à envisager !
Afin de faciliter la maturation du compost, et réduire le pourcentage de métaux lourds dans le compost, il est recommandé de mélanger avec des déchets verts.

Méthalandes, la méthanisation industrielle s'installe dans le monde agricole
Xergi va fournir la plus grande installation de méthanisation de France, au service du monde agricole. Elle fonctionnera avec des effluents d'élevages et des bio-déchets de l'industrie agro-alimentaire.
Le terrassement de l'unité de méthanisation du projet Méthalandes situé à Hagetmau dans les Landes a démarré en février 2014 et sera livrée 2015.



Dessin d'architecte



Quelques renseignements concernant l'unité Méthalandes :

Investissement total	25 millions d'euros
Traitement de biomasse 100 000 tonnes de lisier de canard gavé, 30 000 tonnes de fumier bovin, 6 000 tonnes de fumier de volaille et 17 000 tonnes de bio-déchets de l'industrie agro-alimentaire. 95 % du lisier de canard utilisé comme « carburant »	Au total 153 000 tonnes par an
Volume des réacteurs Xergi	22 000 m^3
Production de biogaz	1 650 m^3/heure
Puissance électrique	4,5 MW
Production d'électricité	37,8 millions de kW par an
Production d'engrais durable	12 000 tonnes par an
Économie de CO_2	23 000 tonnes eq par an

LES PROCEDES THERMIQUES

- L'incinération
- La gazéification, la thermolyse, la pyrolyse
- La torche plasma

L'incinération

Généralités

Le procédé d'incinération est plus que centenaire. Son seul mérite est d'ordre esthétique : il réduit de manière conséquente la masse et le volume visible des déchets.

Une loi fondamentale de la chimie est qu'elle ne peut « ni créer, ni détruire » la matière. Elle peut uniquement la modifier.

La réalité dans ce processus est qu'une partie de la charge est transférée vers une déchèterie invisible : « le ciel ».

La « société de consommation » a non seulement augmenté les volumes des déchets mais aussi modifié leur composition depuis la substitution de matières naturelles par des matériaux synthétiques dans beaucoup de fabrications industrielles.

Aujourd'hui, on trouve dans les déchets ménagers non seulement de la matière organique, mais aussi des produits synthétiques : les plastiques ; et également du fer, de l'aluminium, du plomb etc. ainsi que des éléments traces métalliques incorporés dans le verre, dans l'électronique et le papier imprimé.

Compte tenu des problèmes sanitaires posés par la présence de ces matériaux dans un procédé thermique, toute une série de réglementations, de plus en plus contraignantes, a vu le jour. La première concerne la limitation des poussières dans les fumées. Un dispositif d'amélioration a été la mise en place par l'installation de filtres : électro filtres, ou/et filtres à manches. Ce dispositif permet de capter poussières et particules de métaux lourds solides. Mais cela n'empêche pas certains métaux volatiles incorporés dans des circuits imprimés et autres produits similaires d'être évacués avec les fumées. Ces rejets dans les fumées d'incinérateurs d'O.M. (REFIOM) se retrouvent également en moindres quantités dans les mâchefers.

Pour récupérer le fer et l'aluminium des équipements de dé-ferraillage respectivement par effet magnétique, et courant Foucault ont été incorporés aux installations.



Incinérateur de Gennevilliers

L'incinération transforme des matières inorganiques (ammoniac, souffre, chlore) présents dans les déchets en produits nocifs tels les oxydes d'azote (NOx), les

oxydes de soufre (SOx), et l'acide chlorhydrique (HCl), qui sont diffusés avec les fumées. Des équipements ont été installés pour les neutraliser.
En présence de plastique, le processus thermique crée une multitude de molécules éco- toxiques : les polluants organiques permanents (POP) dont les dioxines et les furanes.
Paradoxalement, les exploitants d'incinérateurs souhaitent un maximum de plastiques dans les fours afin d'assurer la meilleure combustion possible. Ce sont des dérivés du pétrole qui économisent du fuel.
Compte tenu de l'impératif de détruire les dioxines, la réglementation impose une température des gaz de combustion de 850°c pendant un minimum de deux secondes.
Cette température rend indispensable l'utilisation de matériaux spéciaux qui sont coûteux.
Pour garantir cette température des brûleurs d'appoints sont incorporés aux chambres de combustion et sont allumés lorsque cela s'avère nécessaire.
Cette mesure étant insuffisante, des chambres à catalyses ont été ajoutées dans le schéma de traitement des fumées pour atteindre les normes permissibles de rejets de dioxines et NOx dans l'atmosphère.
A noter que si 850°c minimum s'imposent pour les gaz, les déchets solides atteignent des températures bien moindre comme le témoigne la présence d'imbrûlés dans les mâchefers, avec des morceaux de sacs poubelles encore intacts et des textes encore lisibles. C'est la preuve de l'hétérogénéité des zones de combustion dans les fours.
La dernière incorporation dans ces usines, est un « atténuateur de panache » destiné à rendre invisible la fumée qui sort de la cheminée. Un dispositif trompe l'œil qui ne réduit absolument pas la pollution.
En incinération 66% du poids des déchets solides sont transformés en déchets gazeux. Actuellement, l'incinération continue à être une combustion qui nécessite en poids 6 fois plus d'air que les déchets à éliminer. Ces importants volumes d'air à gérer augmentent le volume des installations et en conséquence leur coût. Avec les 600% d'air indispensables à la combustion, cela fait 666% du poids initial qui part vers le ciel.
Une tonne de déchet produit environ 980 kg de CO2. On peut se demander si de nouvelles installations de ce type sont acceptables sur le territoire national alors que la France a signé le protocole de Kyoto.
La matière organique contient généralement près de 70% d'eau. Est-il normal d'alimenter un incinérateur avec de l'eau ? Cette présence réduit le rendement thermique de l'installation, baisse la température de certaines zones du four qui deviennent propices à la fabrication de dioxines, furanes et autres composés toxiques.
Une tonne de déchets produit un tiers de son poids en mâchefers (320 kg) et 30 kg de résidus très toxiques issus du lavage des fumées (REFIOM - Rejet des Fumées d'Installation O.M).
Une partie de ces mâchefers est destinée à être mis en décharge, ainsi que les REFIOM. En l'absence de meilleures solutions ils sont entreposés dans des centres d'enfouissements techniques, ce qui crée un problème supplémentaire à résoudre par les générations futures.
L'ensemble des problèmes évoqués sont dus à la création de molécules toxiques organiques qui n'existent pas dans la charge de l'unité, ou des métaux lourds qui sont concentrés dans les filtres. Il y a un impératif de les détruire, et cela rend cet instrument de traitement extrêmement coûteux.
La situation sanitaire a été considérablement améliorée, mais le citoyen n'est toujours pas rassuré sur l'exposition a proximité d'incinérateurs ou sur la pollution transfrontalière qu'il peut subir. Ce problème ne peut pas rester indéfiniment sans certitude concernant son innocuité médicale, et assujetti exclusivement à des lois économiques.

La conséquence de la dispersion dans la nature de produits chimiques, parmi lesquels certains cancérigènes, a rendu cette technologie, pour certains citoyens, socialement inacceptable.

Notre avis : Le thermique nouveau est un produit à consommer avec modération !

Une UVE (Unité de Valorisation Energétique) est composée de trois grandes unités fonctionnelles pour la combustion, la récupération de l'énergie, et le lavage des fumées (fig. ci-dessous) :

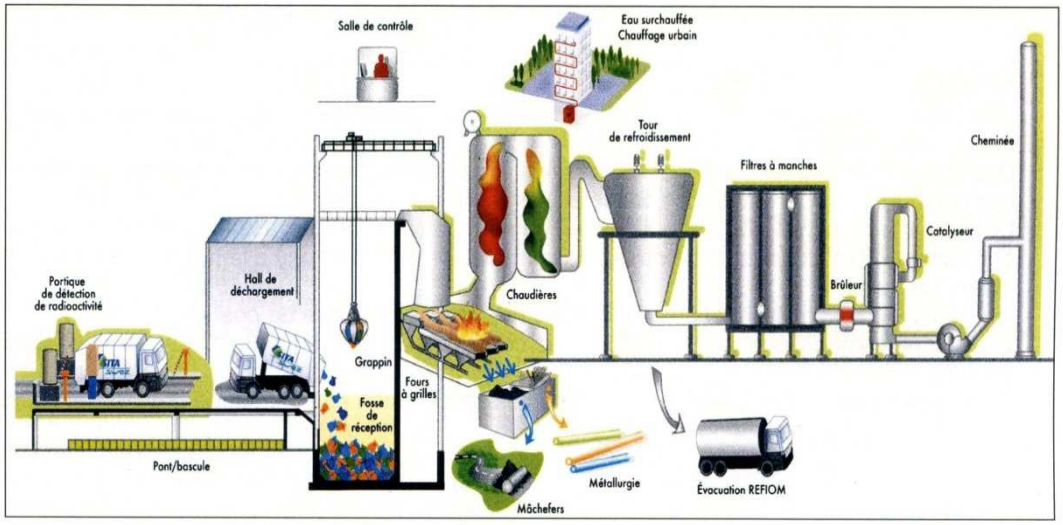


Schéma simplifié d'un Incinérateur (Source : Documentation Valorena Nantes)

La Combustion

- La fosse et le four :

L'unité est équipée d'une fosse de réception en béton pour alimenter le four en continu. La fosse est dimensionnée pour recevoir la collecte de 2 à 3 jours pour assurer l'autonomie de l'installation durant les week-ends.

La fosse est installée dans un local couvert permettant l'accès aux bennes d'ordures ménagères. En prélevant l'air pour la combustion à proximité, une dépression est créée qui permet de réduire les odeurs, la poussière et l'envol de papiers. Une pompe assure l'évacuation des lixiviats. Un dispositif anti-incendie est préconisé.

Les déchets sont chargés dans la trémie d'alimentation par un grappin. L'alimentation s'effectue four chaud afin d'éviter la formation de dioxines.

Les fours utilisent normalement le seul pouvoir calorifique des déchets comme énergie, mais sont équipés de brûleurs auxiliaires qui sont utilisés pour apporter un complément de chaleur :

. Lors de la mise en service, au démarrage et à l'arrêt de l'installation

. Et si la température tombe en-dessous de 850°C, afin de réduire la formation de composés toxiques (furanes, PCB, goudrons ou diverses formes de dioxines) ainsi que des imbrûlés.

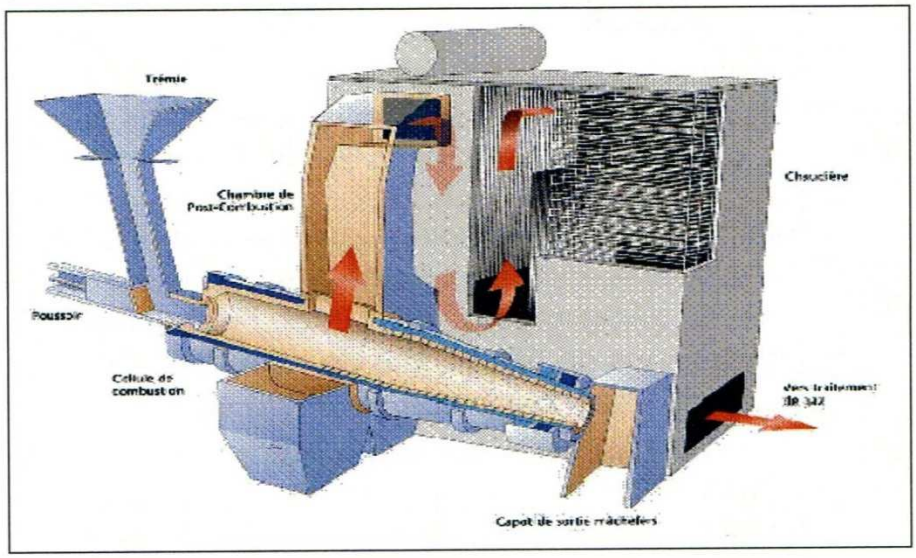
Les différents types de fours

- Les fours à grille

La sole est construite avec des tuiles en acier dont les rangées sont alternativement fixes et en mouvement. L'air primaire de combustion est injecté par des buses aménagées dans les tuiles. Des caissons sont disposés sous les grilles pour récupérer les cendres et assure le raccordement de l'air soufflé par des ventilateurs.

Le cycle de combustion terminé, les résidus solides ou mâchefers incandescents à environ 400°c atteignent l'extrémité de la grille et tombent dans l'extracteur qui contient une garde d'eau qui les refroidit et assure une fonction de SAS pour éviter l'entrée d'air. Ce dispositif est nécessaire parce que le four est en légère dépression par rapport à la pression atmosphérique.
Il arrive que certains déchets roulent sur la grille installée en plan incliné (26° pour un four Martin) vers l'extracteur sans être totalement incinérés. C'est le type de four qui est le plus utilisé et c'est aussi celui qui produit le plus fort taux d'imbrûlés dans les mâchefers.
L'isolation des parois est assurée par des réfractaires comportant une forte proportion d'alumine.

- Les fours à rouleaux
Ces fours sont construits avec une sole constituée de rouleaux d'acier en rotation. L'air de combustion est soufflé entre les rouleaux avec une double fonction : alimenter la combustion et refroidir le matériel. La rotation des rouleaux fait avancer les déchets du point de leur chargement jusqu'à la zone de refroidissement des mâchefers.
- Les fours rotatifs
Ils comportent une cellule de combustion cylindrique.
Le four 'Cyclergie' a été conçu par le groupe TIRU (filiale à 51% Edf).



Vue perspective du four TIRU avec chaudière

Les déchets sont introduits à partir d'une trémie par un poussoir. Ils sont d'abord déshydratés par des gaz produits par la combustion.
La cellule de forme cylindro-tronconique est inclinée sur son axe horizontal de quelques degrés et oscille de chaque côté de son axe vertical d'une centaine de degrés.
La forme de la cellule permet de concentrer la chaleur sur le lit des déchets. La partie conique est conçue pour tenir compte de la réduction progressive des déchets.
L'isolation thermique de la chaudronnerie est assurée par des pièces de bétons réfractaires composés d'alumine et de silice.
Une double enveloppe en acier soudée permet la circulation de l'air au travers des canaux depuis des ventilateurs vers des buses d'injection situées dans le four.
Des volets d'air disposés en bout des canaux et actionnés par des cames permettent d'envoyer l'air comburant en permanence sous le lit des matières à brûler.

Le brassage et le système d'injection d'air comburant (air primaire) assure une oxygénation permanente en tout point de la masse de combustion, d'où très peu d'imbrûlés, ce qui est un critère de qualité.
Un trou d'extraction permet l'évacuation des gaz vers la chambre de post combustion.
Les gaz de combustion contiennent selon le constructeur <15 mg /m3 de CO, et <400 mg/m3 de NOx
Cette géométrie et cette cinétique permettent la progression et le brassage des déchets durant le temps de séjour dans le four.

- Les fours fluidisés
Il n'existe que 4 installations avec un lit fluidisé en France.
Cette technologie existe depuis 1920. Elle a été utilisée pour la gazéification du charbon, le cracking catalytique dans l'industrie pétrolière, et le séchage dans l'industrie alimentaire.
Dans ces fours la grille est remplacée par une sole fixe sur laquelle repose un lit de sable mis en suspension par l'injection d'air primaire au travers de la sole. La circulation du sable rend la température du lit homogène. La surface des grains qui couvre plusieurs milliers de mètres carrés est nettement supérieure à celle obtenu dans un four à grille, ce qui facilite la combustion.
Dans ce type de four, les déchets doivent être préalablement broyés et criblés pour obtenir une granulométrie propre à chaque procédé (50 à 300 mm selon la conception du four). L'attrition des déchets par le sable permet de réduire progressivement leur dimension et améliore la combustion. La température à l'intérieur du lit en suspension est variable selon la technologie ; Elles se situent dans une fourchette comprise entre 600 et 1000 °c.
Les cendres (mâchefers) sont récupérées à la base du four.

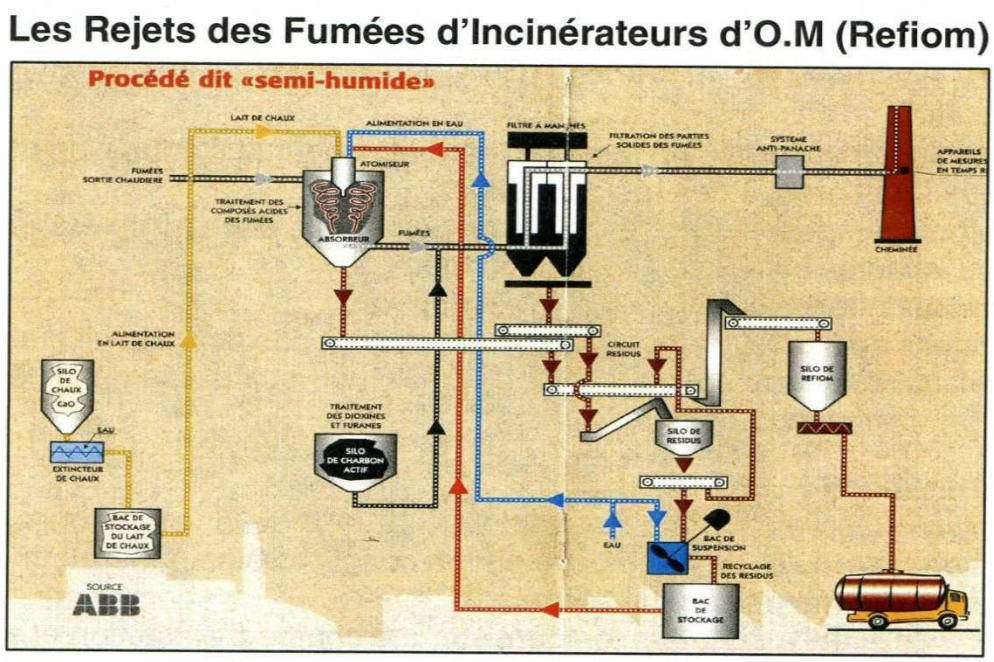
- Il existe trois types de fours à lits fluidisés :
. Lit fluidisé dense (températures selon type de déchets entre 650 et 980 °c
La vitesse lente d'injection d'air (1 à 3 m/sec) assure la sustentation du lit qui est en phase dense, et contrôle l'entraînement des particules solides.
Le sable et les mâchefers sont récupérés aux extrémités des soles. Les fumées, les cendres et les sables entraînés sortent en partie haute du four.
De l'air secondaire doit être injecté au-dessus du foyer afin de permettre la destruction des dioxines (850°c pendant deux secondes).
Ce type de four est utilisé principalement pour la combustion des boues de station d'épuration et des farines animales ; accessoirement pour les déchets ménagers.
. Lit fluidisé rotatif (voir pyrolyse, procédé Ebara)
Cette technologie présente pratiquement les mêmes caractéristiques que celles des lits fluidisés denses. Cependant, la sole de distribution de l'air est améliorée par la constitution de deux parties inclinées qui forment plusieurs zones de fluidisation distinctes. Chaque zone est alimentée à une vitesse différente, plus élevée dans les zones périphériques qu'en zone centrale. Il en résulte une double circulation interne dans le lit.
Ce type d'installation a été développé afin de pallier le principal inconvénient du four fluidisé à lit dense, à savoir la présence de points chauds dus à la faible agitation transversale dans le lit.
. Lit fluidisé circulant
La vitesse d'injection de l'air est plus élevée, entre 4,5 et 9 m/sec. La densité du lit est en conséquence réduite et les envols de particules entraînées plus régulières. Un cyclone installé sur le conduit d'évacuation des gaz permet de récupérer la matière solide y compris les imbrulés en sortie du four, et de les recycler dans le lit.
La préparation des déchets dans ce type d'installation est plus minutieuse que pour les fours fluidisés denses.

Ce type d'installation est utilisé en centrale thermique pour la combustion de charbon. Chacun de ces fours produit des résidus solides :
. Des mâchefers, composés d'éléments inertes minéraux, éléments métalliques,…
. Des cendres volantes

Le traitement des fumées
Les premières installations ne comportaient que des équipements de dépoussiérage : cyclone, filtre à manches, dépoussiéreur électrostatiques.
- Le cyclone
C'est un équipement simple et peu onéreux. La séparation s'exerce par un effet vortex ; les particules solides étant projetées vers l'extérieur par la vitesse des gaz avant de glisser vers le fond de l'appareil. Ces appareils sont susceptibles de capter des particules de dimension jusqu'à 5 à 10 micro mm.
- Le filtre à manches
Il est constitué de rangées de manches filtrantes (des chaussettes) suspendues dans des caissons. Les gaz de combustion traversent ces manches et y déposent les poussières qu'ils transportent. Régulièrement, chaque caisson est isolé et les manches dé-colmatées en insufflant de l'air à contre-courant. Les gâteaux formés sont déposés dans des trémies, puis classés REFIOM sont déposés dans des sacs afin d'être acheminés vers des CET classe 1.
- Le dépoussiéreur électrostatique
Les poussières sont soumises à un champ électrostatique généré par des fils et des plaques
qui les captent. En fonction de leur efficacité, le gaz traité peut atteindre des concentrations
de poussières de 20 à 100 mg/Nm3.
Depuis 1991, des modifications radicales pour neutraliser les fumées se sont imposées.
La fumée fait l'objet d'un lavage et d'une désacidification par diverses techniques, voie sèche, et semi-humides pour les fours de petites ou moyenne capacités, et humide pour les fours de grandes capacités.

- La voie humide
Dans les installations les plus récentes, après un premier dépoussiérage, les opérations suivantes sont effectuées :
. Un lavage à deux étages,
.. Un premier, à Ph acide captant HCL et HF (Ph de 0 à1), et
.. Un deuxième, pour absorber les oxydes de souffre (Ph <7)
. Un réchauffage des fumées pour rendre le panache moins visible
. Un traitement des effluents liquides est alors nécessaire entre chaudière et électro filtre.

- La voie semi-humide (Illustration fig. ci-après)
. Le lavage des fumées s'effectue au moyen de gouttelettes de lait de chaux généralement concentré à 15%. Au contact des gaz chauds (140 à180 °C) l'évaporation de l'eau à lieu avec formation de fines particules de chaux contenant métaux lourds et acide chlorhydrique qui sont recueillis par les filtres.
. Du fer et métaux non ferreux peuvent être récupérés.
Les sous-produits de filtrage et lavage des fumées sont des déchets ultimes qui doivent être rendus inertes (vitrification ou enrobage le plus souvent) et stockés dans des décharges de catégorie 1 (produits dangereux).



Traitement des fumées (Source documentation: Angers Loire Métropole)

La chaudière

La chaleur est récupérée dans une chaudière qui produit de la vapeur qui sert soit pour chauffer, soit pour produire de l'électricité par un couple turbine générateur ou les deux simultanément (système de cogénération).

Dans un four à grille les mâchefers tombent sur une chaîne d'extraction et sont refroidis. Les métaux ferreux sont séparés par un overband magnétique, et les non ferreux par l'application d'un courant de Foucault.

- La voie sèche

Le traitement des fumées s'opère par un contact solide-gaz dans un réacteur en aval de la chaudière, qui peut-être un lit fixe ou fluidisé circulant. L'acide chlorhydrique réagit avec la chaux à une température d'environ 200 à 300°C. La majorité des particules sont captées par un cyclone qui les réinjecte dans le réacteur alors que les gaz se dirigent vers les filtres d'épuration.

La destruction des dioxines

Elle nécessite une température de sortie de cheminée au-dessus de 270°C, mais à cette température les Nox se forment. La réglementation ayant évolué, les Nox doivent à leur tour être détruits. Ainsi, les incinérateurs sont dotés de chambres à catalyses.

Fractions solides produites

Cinq fractions de solides peuvent être potentiellement produites en sortie des fours à grilles :

. Les fines sous grille

. Les mâchefers d'incinération d'O.M. (MIOM) provenant des matières solides en sortie des fours

. Les cendres sous chaudières

. Les résidus calciques ou sodiques produits par le traitement des fumées

. Les cendres volantes issues de la filtration des fumées (Refiom)

Les Refiom (Résidus de Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères)

Ils sont chargés de métaux écotoxiques dont nous avons exposé les effets néfastes sur l'homme. Ils sont séparés des fumées des UIOM par des filtres, et sont collectés

depuis 1992 pour être stockés dans des centres de stockages de déchets ultimes (CSDU) class 1 destinés à l'enfouissement de déchets dangereux.

- Réglementation française sur les valeurs limites d'émission des UIOM

Arrêté du 20 septembre 2002

. Dioxines et furanes	<0,1 I-Teq ng/m3	
. Poussières totales	10 mg/m3	
. COT (carbone organique total)	10 mg/m3	
. HCl (acide chlorhydrique)	10 mg/m3	
. SO_2 (dioxyde de souffre)	50 mg/m3	
. NO et No_2		
(Usine existante > 6t/hr ou usine neuve)	200 mg/m3	
(Usine < 6t/ hr)	400 mg/m3	
. CO (monoxyde de carbone)	50 mg/m3	dérogation possible à 100mg/m3 pour usine à lit fluidisé.
. Cd+Tl (cadmium + thallium)	0,05 mg/m3	
. Hg (mercure)	0,05 mg/m3	
. Sn+As+Pb+Cr+Co+ Cu+N+Ni+V (étain+arsenic+plomb+chrome+ cuivre+manganèse+nickel+vanadium)	0,5 mg/m3	au total

Depuis 1992 un concept de stockage a été mis en place pour réduire au maximum les risques d'effets néfastes sur l'environnement par des produits toxiques.
Ce concept implique une double action :
- L'isolement du site dans des alvéoles fermées par une double barrière d'étanchéité avec :
.. Une couverture et un drainage des lixiviats en dessous, et
.. Une couverture au-dessus
- La solidification et la stabilisation du déchet par des liants minéraux (type ciments et similaires) avant leurs mises en décharges.
La solidification, modifie l'état physique des déchets sans altérer leurs propriétés chimiques.
La stabilisation, d'un point de vue scientifique, implique l'amélioration de la rétention chimique des polluants en limitant leur solubilité, ce qui par voie de conséquence réduit la possibilité de leur rejet dans l'environnement. Il s'agit d'une transformation de déchets dangereux en déchets non dangereux.
- La réglementation (arrêtés du 18 décembre 1992 modifiés, puis du 30 décembre 2002) relative à la mise en décharge des déchets dangereux est moins ambitieuse.
Elle décrit un déchet stabilisé comme un déchet qui par ses caractéristiques propres, ou par un traitement spécifique, à un caractère polluant moindre qui est défini par des seuils fixés.
Les premiers procédés industriels en France étaient basés sur des pratiques internationales, sans connaissances scientifiques autres que le savoir faire des opérateurs. Ces procédés se sont rapidement imposés au niveau industriel du fait de leur facilité de mise en œuvre.
Ce secteur de stabilisation de déchets reste très concentré : trois industriels proposent quatre procédés différents à base de liants minéraux :
. France Déchets, premier industriel à avoir disposé d'installations (7 en 2006), utilise les procédés INERTEC,
. SARP Industrie (5 unités en 2006) exploite les procédés ASHROCK et ECOFIX, et
. Séché Éco-industries dispose d'une seule unité depuis 2006 et se sert du procédé PIERTEC.
Chaque procédé repose sur des principes de traitements propres.
Ces installations sont majoritairement implantées dans le Nord-Ouest du pays.

A l'exception de l'unité de Guitrancourt construite à proximité du centre de stockage, toutes les autres se trouvent installées à l'intérieur des centres.
En 2006, 500 000 t/an de déchets dangereux ont été traitées par ce biais pour des capacités de traitement de 600 000 t/an.

L'inertage des Refiom et autres produits toxiques organiques
Dans les CSDU classe 1, les déchets proviennent :
. Des Résidus d'Epuration de Fumées d'Incinération de Déchets Industriel (REFIDI)
. Des Résidus d'Epuration de Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères y compris les cendres volantes et les boues de lavage des gaz (REFIOM)
. Des boues issues d'effluents de l'industrie de surface ou de l'industrie chimique et du traitement de leurs déchets
. Des résidus métallurgiques
La quasi-totalité des déchets sont traités en mélanges afin de limiter l'emploi de réactifs issus de l'industrie manufacturière. En conséquence, on aboutit à des mélanges complexes parfois hétérogènes.
La réglementation de solidification/stabilisation de contrôle paraît curieuse.
Les procédés ont été développés avec pour objectif l'immobilisation chimique des polluants des déchets dangereux sans possibilités de vérification du degré de ces immobilisations. Le caractère 'stabilisé' est contrôlé par des essais de lixiviations conventionnels et non par une approche permettant d'obtenir des informations sur le comportement des déchets stabilisés, (en termes de re-largage ou d'évolution physico-chimique).
Par le programme PEA (Procédure d'Evaluation Approfondie), l'Ademe s'est efforcée de combler cette lacune en développant des procédures d'évaluations permettant de mesurer les performances réelles des procédés.
Par souci de précision, les conclusions de L'Ademe (Réf.15) sur les performances des procédés de solidification et la stabilisation du déchet, par des liants minéraux (type ciments et similaires), avant leurs mises en décharges sont recopiées :
La stabilisation des éléments contenus dans les déchets dangereux censée être obtenue par les procédés mis en œuvre industriellement n'est globalement pas démontrée.
Les procédés mis en œuvre industriellement conduisent essentiellement à une rétention physique de ces éléments liée à la structure monolithique qui réduit la surface de contact
eau/déchets (passage d'un état pulvérulent ou granulaire à un monolithe).
L'intérêt d'un procédé à base de liant pour traiter des pollutions organiques peu biodégradables dans des déchets dangereux orientés en décharge a été testé par SITA soutenu par l'Ademe. L'avis de l'Ademe sur la question se résume par cette citation :
Au vu des conclusions formulées pour des déchets minéraux, il y a lieu de s'interroger quant à l'application de ce type de procédés (pertinence, performance) pour traiter des pollutions organiques.
- Cette solution peut-elle être retenue pour la sécurité des générations futures ? Notre réponse est non ! La destruction des éléments toxiques n'est pas assurée !
Alors que faire ? Deux autres solutions existent :
. L'inertage des déchets dangereux par torche plasma, suivi d'un traitement des fumées.
. Le raffinage métallurgique et la récupération des métaux, suivis d'un traitement des fumées.
L'application de ces technologies sur une base économiquement viable localement ou sur une base régionale devrait être examinée. Des efforts de R&D devraient être consentis pour réduire le coût de ces opérations.
Aussi faut-il arrêter d'occulter qu'avant 1992, les Refiom n'étaient pas séparés des mâchefers. Dans beaucoup d'endroits, ces mélanges abandonnés par centaines de

milliers de tonnes sont mal isolés de l'environnement et constituent un réel danger sanitaire pour la population française.

Les mâchefers d'incinérateurs d'ordures ménagères (MIOM)

Les MIOM représentent environ 25 à 30% en poids des quantités de matières incinérées.

En 2002, 2,9 millions de tonnes ont été produits. Ces matériaux ont trois destinations possibles :

. Une valorisation en techniques routières directement en sortie d'incinérateurs, ou

. Une valorisation après un délai de maturation, ou

. Une élimination dans un CSDU classe 3 de déchets non dangereux.

La composition des MIOM en éléments chimiques est en relation avec les évolutions dues à la mise en place des collectes sélectives et de leur optimisation sur le terrain.

Le taux d'imbrûlés est tributaire de la technologie des fours et de la qualité de la conduite des opérations.

Le taux d'humidité provient de la nécessité de refroidir les mâchefers pour permettre leur évacuation. Cette fonction est actuellement assurée par des extracteurs à poussoirs ou à chaînes. Ces techniques n'ont pas une influence notable sur les taux d'humidité : 18 à 20% dans le premier cas, et 20 à 22% dans le deuxième.

La composition des MIOM est déterminante pour leur valorisation ou leur mise en décharge. Plus de 50 éléments peuvent être détectés dans les mâchefers :

. Les composés majeurs (> 1%), tels l'oxygène, le magnésium, le silicium, le fer, le calcium, le potassium, le carbone minéral, le carbone organique total (COT-imbrûlés)

. Les constituants mineurs (<1 % > 1000 ppm), le titane, le chlore, le manganèse, le cuivre, le plomb, le zinc

. Les éléments traces (< 1000 ppm), Le chrome, l'antimoine, le nickel, le baryum, le mercure, le cadmium, le molybdène, le bore, le brome, l'iode…. ;

Malheureusement, les différentes sources de compilation sur la globalité de ces éléments sont rares, mais les analyses répertoriées témoignent de l'hétérogénéité de la composition des échantillons, et de leur concentration.

Les teneurs en matières organiques (COT) sont en moyenne de 1 à 2% mais peuvent atteindre 4 à 5%. Elles sont de natures diverses (celluloses, lignine, matières plastiques…).

La présence de dioxine dans les mâchefers semble dépendante de la manière dont elles sont extraites du four. Une extinction brutale par passage dans un extracteur rempli d'eau est préférable à toute autre méthode. Le refroidissement par l'air est à proscrire puisqu'il encouragerait la reconstitution de polluants organiques persistants (POP).

Les mâchefers ne sont pas inertes et leur réactivité évolue dans le temps et l'espace.

C'est l'exposition, ou la non exposition au CO2 atmosphérique qui contrôle l'évolution des MIOM grâce à leur contenu en chaux vive [CAO] ou éteinte [Ca(OH)2]. En milieu non confiné, ils se carbonatent et provoquent un durcissement des croûtes de surface.

Ainsi, la maturation a un effet bénéfique sur le mâchefer en diminuant sa sensibilité à la lixiviation, mais elle doit être contrôlée en facilitant l'aération des tas, qui simultanément permet une régulation de la température qui risque de diminuer l'humidité du tas et en conséquence sa réactivité vis-à-vis du CO2 atmosphérique.

Une période minimale de trois mois semble indispensable pour assurer une maturation convenable.

En France c'est l'essai de lixiviation NF X31-210 qui est le plus largement utilisé pour classer les MIOM selon des indices de potentiel polluant (Valorisable, Maturable, Stockable – les normes indiquées dans le tableau ci-après p. 130).

Des résultats d'essais de lixiviation réalisés selon cette norme montrent que les MIOM contiennent des éléments lessivables très disponibles.

Malheureusement les MIOM sont extrêmement hétérogènes, ce qui rend leur échantillonnage difficile. Ce produit n'étant pas à forte valeur ajoutée aucune démarche rigoureuse permettant de calibrer des échantillons n'a été développée.
En technique routière, de nombreux chantiers ont fait l'objet de plateformes d'essais. Des résultats obtenus, il apparaît d'une manière générale que les lessivages les plus intenses se développent pendant les premiers trois mois, notamment durant la période du chantier, mais cela n'est pas surprenant.
Les premières installations de maturation et d'élaboration (IME) ont vu le jour en 1995.
Aujourd'hui, il est estimé qu'une cinquantaine de sites existent qui traitent environ deux tiers de la production totale (1,9 millions de tonnes en 2002).
97% des mâchefers qui suivent cette filière sont valorisés. Souvent ces mâchefers ne sont pas déferraillés. Les métaux récupérés représentent 6% des tonnages.
La circulaire DPPR/SEI/BPSIED No. 94-VI-1 du 9 mai 1994, dite circulaire MIOM constitue le texte fondateur de la filière d'utilisation des mâchefers. Elle ne concerne que les fours à grilles.

- En France il manque des granulats.
Sous certaines conditions précisées dans la circulaire, les MIOM peuvent être utilisés en structures routières et de parkings (comme couches de fondation ou de base) à condition qu'il y ait en surface un bâtiment ou une couverture.
Ils peuvent également être utilisés comme remblai de forme compactée de plus de 3 mètres de hauteur, avec un substrat de recouvrement végétal d'au moins 0,5 mètres. Il ne doit y avoir aucune possibilité d'infiltration. Les règles de traçabilité doivent être une préoccupation majeure.
En l'absence de méthode officielle de détermination de l'écotoxicité des déchets, le Ministère en responsabilité de l'environnement a proposé une classification dans sa circulaire du
3 octobre 2002, relative à la mise en œuvre du décret no.2002-540 du 18 avril 2002 concernant la classification des déchets.
Par cette approche, les mâchefers issus d'UIOM ne sont pas considérés comme écotoxiques. La position prise par les Pouvoirs Publics conforte le laxisme des industriels qui ignorent pour raisons financières, le fait qu'il existe des catégories de mâchefers et que leur utilisation est assujettie à des règles précises.
- Les catégories de mâchefers
Les mâchefers d'incinérateurs de déchets ménagers sont refroidis avec de l'eau. En conséquence ce sont des produits lixiviables.
Ils contiennent des métaux lourds mais ne sont pas considérés par l'administration comme des DIS (déchets industriels spécialisés).
Il est utile de rappeler qu'un usage sans précaution est susceptible d'entraîner une pollution des sols ou des eaux souterraines.
Les règles actuelles d'utilisation de ces matériaux en fonction de leur potentiel polluant sont définies dans la circulaire DPPR/SEVBPSIED no.94-IV-1 du 9 mai 1994 dans des conditions d'utilisations précises.
Le texte indique que :
. Les dispositions s'appliquent aux mâchefers issus de l'incinération de déchets hospitaliers brûlés conjointement avec des déchets d'O.M et assimilés.
. Que les critères de valorisation sont basés sur une utilisation en techniques routières ; les matériaux étant relativement protégés et posés dans des conditions contrôlées. La valorisation de mâchefers comme matériaux de simple remblai ou de comblement ne peut s'appliquer que s'ils sont suffisamment inertes. Ces définitions sont malheureusement floues **et l**aissent la porte ouverte à des interprétations qui favorisent l'intérêt économique plutôt que sanitaire.

. Les mâchefers de qualité 'V' doivent être utilisés :
. En dehors de zones inondables, à une distance suffisante du niveau des plus hautes eaux connues
. A des périmètres suffisants de protection des captages d'eau potable, ainsi qu'à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau.
Une procédure du suivi de la qualité tout au long du circuit commercial liant producteurs et distributeurs pourrait contribuer à garantir les conditions souhaitables d'utilisation.
. Les mâchefers de qualité 'M' doivent faire l'objet d'un prétraitement ou d'une maturation d'une durée de quelques mois. Il est observé qu'avec le temps une carbonation naturelle se réalise qui conduit à réduire leur potentiel polluant.
Autrement, ils peuvent être acheminés vers un CSDU classe 2.
. Les mâchefers de qualité 'S' ne doivent pas être utilisés mais éliminés et stockés dans des CSDU classe 1.
L'appartenance d'un lot à l'une ou l'autre des catégories doit correspondre aux principales analyses suivantes selon l'arrêt du 9 mai 94 :

	V (Valorisables)	M (Maturables)	S (Stockables)
Taux d'imbrûlés	moins de 5%*	moins de 5%*	supérieur à 5%
* «réduit à 3% selon l'arrêté du 20 septembre 2002 »			
Fraction soluble	moins de 5%	moins de 10%	supérieur à 10%
Potentiel polluant		mg/kg	
Mercure	moins de 0,2	moins de 0,4	supérieur à 0,4
Plomb	moins de 10,0	moins de 50,0	supérieur à 50,0
Cadmium	moins de 1,0	moins de 2,0	supérieur à 2,0
Arsenic	moins de 2,0	moins de 4,0	supérieur à 4,0
Chrome	moins de 1,5	moins de 3,0	

- Statut juridique et financier des UIOM et IME (Installation de mâchefers et d'élaboration)

Plusieurs cas de figures juridiques peuvent se présenter :
. Une collectivité est maître d'ouvrage et exploitant,
. Une collectivité est maître d'ouvrage et un 'délégataire privé' son exploitant.
. Une entreprise privée est maître d'ouvrage et un délégataire son exploitant.
Dans ce dernier, cas il s'agit d'investissements par un grand groupe privé, et une exploitation assurée par une filiale.
De ces combinaisons émergent des montages juridiques et financiers divers :
Public/public, public/privé avec une délégation de service (DSP), ou une société d'économie mixte (SEM) en fonction de la définition des rôles des participants.
A travers ces scénarii, il faut retenir le facteur d'échelle. Plus les installations sont importantes plus elles sont rentables, et plus seront impliquées financièrement des entreprises du privé.

La gestion des mâchefers en Europe
La position des pays européens dans la valorisation des mâchefers tient à plusieurs faits :
. La particularité géomorphologique et géologique d'un pays ou d'une région.
. La densité de population qui empêcherait des projets d'installations de stockages.
. La rareté de granulats naturels comme en Hollande, et en France particulièrement dans la région parisienne et le Nord-Pas de Calais (situation en 2008).

. L'existence d'un parc national d'incinérateurs comme en France, au Danemark ou en Hollande.
. La réglementation qui donne aux producteurs et aux utilisateurs un cadre permettant un développement plus sécurisé comme en Hollande, au Danemark et en France.
Des réglementations nationales ou des règles d'usages écrites existent mais un texte fondateur européen concernant les mâchefers permettant une homogénéisation des qualifications et des pratiques n'existe pas.
- L'examen des usages montre que :
. La valorisation est principalement portée par la volonté politique et les textes réglementaires associés.
. Les contraintes imposées à l'utilisation des mâchefers diffèrent largement selon le pays.
. Les essais sur les caractéristiques géotechniques ne sont pas tous adaptés pour déterminer les performances des mâchefers dans les ouvrages où ils sont utilisés.
. Dans les textes réglementaires actuels, il manque une prise en compte des effets à long terme des mâchefers sur leur environnement.
- Quelques informations qui nous paraissent utiles à signaler :
. En Allemagne la réglementation impose une élaboration géotechnique des MIOM sur des plateformes avec séparation des ferrailles et des gros imbrûlés, ainsi qu'un vieillissement minimum de trois mois.
La traçabilité est assurée par la tenue d'un registre de sortie des unités de maturation et un signalement obligatoire aux autorités.
. En Hollande, réglementairement les masses impliquées ne doivent pas être inférieures à 10 000 tonnes.
Afin d'améliorer leur qualité, les mâchefers subissent un prétraitement poussé : criblage, broyage, séparation des métaux ferreux et non ferreux.
La réglementation est très stricte, ne permet qu'un impact marginal sur la qualité des sols, et ce pour une durée de cent ans.
Les MIOM sont emballés dans des sols argileux benthoniques et protégés par des films de polyéthylène de haute densité.

- Le recyclage des mâchefers en question



Source GEBJ38

Cela fait des années que les auteurs dénoncent l'utilisation de mâchefers comme couches de soubassements routiers, souvent sans aucun contrôle, spécifiquement en province.

Leurs efforts ont été vains pour attirer l'attention sur l'enfouissement de mâchefers dans une ancienne carrière ardoisière au contact de bassins de loisirs (également anciennes mines) alimentés par une nappe phréatique où se baignent enfants, familles et sportifs (pour des essais de plongée sous-marines) en été, sans avoir connaissance des dangers qui les guettent. Cette zone à risque accessible par tout temps se trouve à Villechien (Communes de Saint Barthélemy/Trélazé, faisant partie d'Angers Loire Valley, M&L).

Alors qu'une nouvelle réglementation sur les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères doit bientôt être adoptée, France Nature Environnement (FNE) et le Centre national d'information indépendante (CNIID) sur les déchets s'alarment sur cette question. Ils rappellent la toxicité de ces résidus issus de l'incinération et demandent un encadrement plus strict de leur utilisation.

En résumé l'incinération des ordures ménagères engendre des résidus d'épuration des fumées, qui sont « hautement toxiques » et des cendres lourdes qui sont potentiellement dangereux s'ils entrent en contact avec de l'eau.
Les cendres, également appelées mâchefers, sont notamment utilisées dans les travaux publics comme remblai de tranchée et pour la réalisation des sous-couches routières.
Une circulaire du 9 mai1994 réglemente la filière des mâchefers, leurs différentes catégories et leurs possibles recyclages, « sur la base de tests de dangerosité très insuffisants » note France Nature Environnement. Elle permet aux acteurs de cette filière de « valoriser » la plupart des résidus d'épuration des fumées et des cendres lourdes issus de l'incinération des ordures ménagères.
Etant trop polluants, ils ne seraient pas acceptés en décharge comme déchets inertes. « *Mais alors comment est-il possible de les laisser se répandre dans l'environnement ?* » se questionnent les deux associations.
La dispersion de déchets toxiques dans l'environnement est « *un scandale qui n'a que trop duré* » estiment-elles.
Trois textes étaient en cours de rédaction, et concernent :
. Une réglementation sur les critères d'identification des mâchefers « non valorisables» que la loi rectificative de finances de décembre 2010 exonère de TGAP (taxe générale sur les activités polluantes). Le projet d'arrêté, qui remplace la circulaire de 1994, aurait dû paraître mi- novembre avec une application au 1er Janvier 2012. Il sera soumis pour avis au Conseil Supérieur de la prévention des risques technologiques.
. Une réglementation au titre des installations classées,
. Un guide technique à destination des professionnels
Nous jugeons indispensable l'inertage effective des REFIOM. Leur accumulation et leur conservation par des liants tels que le ciment ne sont pas satisfaisantes. Leur raffinage et la récupération des métaux devenus rares devront être envisagés.

L'incinérateur, le point de la situation
En 1998, il existait en France environ 300 incinérateurs (Source Ademe 2000). En 2003, il n'en restait plus en fonctionnement que 123 conformes à l'arrêté du 25 janvier 1991. Depuis, il y a eu de nombreuses mises aux normes pour satisfaire à de nouvelles exigences sanitaires.
L'image des « incinérateurs-tueurs » est aujourd'hui remplacée par celle de « l'incinérateur dévoreur de déchets», dont il n'est pas possible de régler le débit. Pour faire fonctionner une installation de ce type, il faut en permanence des déchets en quantités conséquentes, ce qui est en contradiction avec la notion de réduction des déchets inscrite dans la démarche de « Développement Durable ».
<u>Précision :</u>
Le Grenelle a insisté sur la nécessité d'un dimensionnement au plus juste des nouvelles capacités de ces installations, et à l'importance des clauses contractuelles liant les collectivités aux exploitants en matière de tonnage minimal pour favoriser le recyclage et le réemploi.
Une TGAP a été mise en place au 1er janvier 2009, qui vise à une augmentation du coût de traitement.

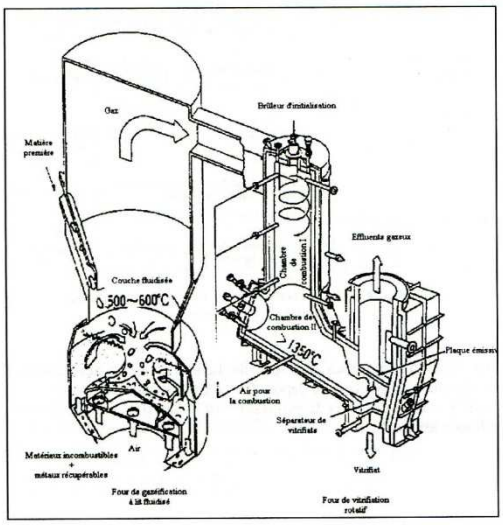
Il y a eu quelques nouvelles constructions telles : Lasse en M&L (49), Isséane sur l'Ile Séguin à Boulogne Billancourt (92), mais aussi une fermeture pour non-conformité à la réglementation à Poitiers. Des projets ont été abandonnés (Angers, Vendée, Clermont-Ferrand), d'autres sont en gestation (Marseille).
Peut-on totalement interdire de nouvelles capacités d'incinération ? La réponse est négative, mais cela devrait être une solution de dernier recours après l'examen d'alternatives : Capacités disponibles à proximité, et comparaison économique avec d'autres traitements.
Sans aucun doute possible, aujourd'hui, la méthanisation et le tri mécano biologique (mais nous exprimons des réserves sur l'utilisation non sélective de BRS) sont de loin moins gourmands en investissements et frais d'exploitation que l'incinération. Ainsi, pour le même tonnage de déchets à traiter un incinérateur avec les indispensables équipements anti -pollution coût 30% plus cher qu'une unité de tri mécano-biologique couplée à un méthaniseur (Source : Evaluations Launay Lantic et Varennes Jarcy)

Observations
En matière de traitements de déchets, certaines Collectivités Locales, par ignorance, transforme le contribuable en une vache à lait.
Pour des entreprises du secteur privé pour qui chaque tonne de mâchefer vendue et cachée sous des enrobés constitue une amélioration de leur compte d'exploitation, il ne faut s'attendre qu'à un minimum de respect des réglementations, même si cela met en cause la santé des Français.
Nous déplorons l'absence de rigueur dans le contrôle des opérations de la filière «traitements des déchets» par les Pouvoirs Publics. Le laxisme dont ils ont fait preuve, fait qu'aujourd'hui la tâche de reconstituer des fichiers de traçabilité «mâchefers», puis la sécurisation de chantiers jugés à risque est énorme. Il faut cependant évaluer ce risque avant de sombrer dans l'inaction face à ce problème, beaucoup de situations ne requérant que des améliorations à faibles coûts.

Précision :
Le MEDD a engagé au printemps 2008 dans la suite du Grenelle Environnement des travaux d'évaluation des mâchefers d'incinération d'O.M avec comme objectif l'amélioration de l'encadrement réglementaire.
Nous jugeons indispensable l'inertage effective des REFIOM. Leur accumulation et leur conservation par des liants tels que le ciment ne sont pas satisfaisantes. Leur raffinage et la récupération des métaux devenus rares devront être envisagés.
Nos observations ne font pas de nous des intraitables de l'anti-incinération, et de tout ce qui est traitement thermique. Comment traiter les déchets anatomiques, médicaux et infectieux en milieu hospitalier ? Nous avons besoins de nos industries: métallurgie, fonderies, cimenteries ; mais que faire de leurs fumées et de leurs déchets ? Ce sont des sujets aussi importants à traiter que les problèmes posés par les UIOM.

La gazéification, la thermolyse et la pyrolyse
Les termes sont presque synonymes, et souvent confondus, mais les procédés sont différents.
Gazéification et pyrolyse sont parfois confondues mais décrivent des procédés par injection de quantités d'air contrôlées.
Le terme thermolyse est plutôt utilisé pour des opérations en absence d'air avec chauffage indirect par la paroi, et la pyrolyse pour des opérations par chauffage direct par contact de gaz, mais cela n'est pas figé. Les déchets ne brûlent pas, ils se décomposent en solide carboné et gaz de synthèse.
La gazéification (pyrolyse)
La gazéification est une technologie alternative à l'incinération qui utilise beaucoup moins d'air et qui conduit à des équipements plus compacts. Cependant la

technologie est parfois compliquée par l'utilisation de lits fluidisés qui ne peuvent fonctionner qu'avec une alimentation régulière composée de particules fines d'une qualité homogène. En général, ce type d'installation est couplé à une section qui permet de transformer les solides par fusion en un vitrifiât. Des unités existent au Japon où l'espace disponible est restreint et où le risque tellurique important rend l'enfouissement peu souhaitable.



Procédé EBARA

L'équipement comporte un four à lit fluidisé avec un faible débit d'air fonctionnant à relativement basse température (500-600℃) suivi d'un four à pyrolyse rotatif dans lequel un débit d'air important est introduit. Une montée de température rapide de 1300 à 1500℃ couplée à un mouvement tournant du four transforment près de 90% de cendres en vitrifiats. Les vitrifiats sont inertes et peuvent être recyclés.

Aussi bien la thermolyse que la gazéification nécessitent un broyage et une homogénéisation des déchets avant traitement qui n'est pas facile à obtenir.

Le Procédé EBARA est actuellement considéré par l'ADEME comme étant du niveau technologique le plus élevé dans le traitement des déchets par pyrolyse.

La thermolyse (pyrolyse)

Les opérations s'effectuent en absence d'air à des températures d'environ 450 à 700°c adaptable à la nature des produits traités. Les déchets se décomposent en gaz de synthèse et en solides carbonés. Le solide carboné est un coke mélangé avec des métaux, des graviers et des inertes.

Il existe trois types de thermolyse :

Ces procédés ont une phase initiale en commun. La transformation en coke, sous une température de 450 à 750°c, pendant une durée de 2 heures.

Mais l'utilisation du coke varie d'un procédé à un autre :

- La thermolyse simple : la technique consiste uniquement à transformer les déchets.
- La thermolyse avec combustion ; le coke va servir de combustible.
- La thermolyse avec gazéification ; le coke va servir de nouvelles réactions chimiques et être gazéifié de façon à obtenir un gaz ou un combustible liquide de synthèse.

Pour tous les types de thermolyse, les paramètres importants du process sont :

- L'homogénéité des déchets
- La maîtrise du transfert de l'énergie (rayonnement, conduction, convection)
- La maîtrise de la température et la cinétique de la montée en température.

Le gaz de synthèse est utilisé comme combustible pour produire de l'électricité ou de la vapeur.

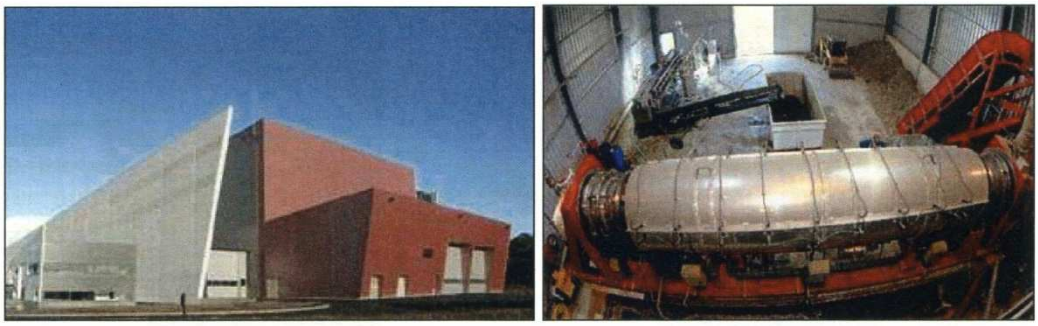
- L'isolation des polluants comme le chlore, limitant ainsi la formation des dioxines.

Les gaz de thermolyse sont brûlés dans une chambre de combustion à plus de 1100° détruisant les éventuelles dioxines. Le volume des fumées est inférieur de 50% à celui d'une unité d'incinération équivalente. L'eau utilisée pour le lavage du coke est recyclée à l'intérieur du procédé.

Il offre :

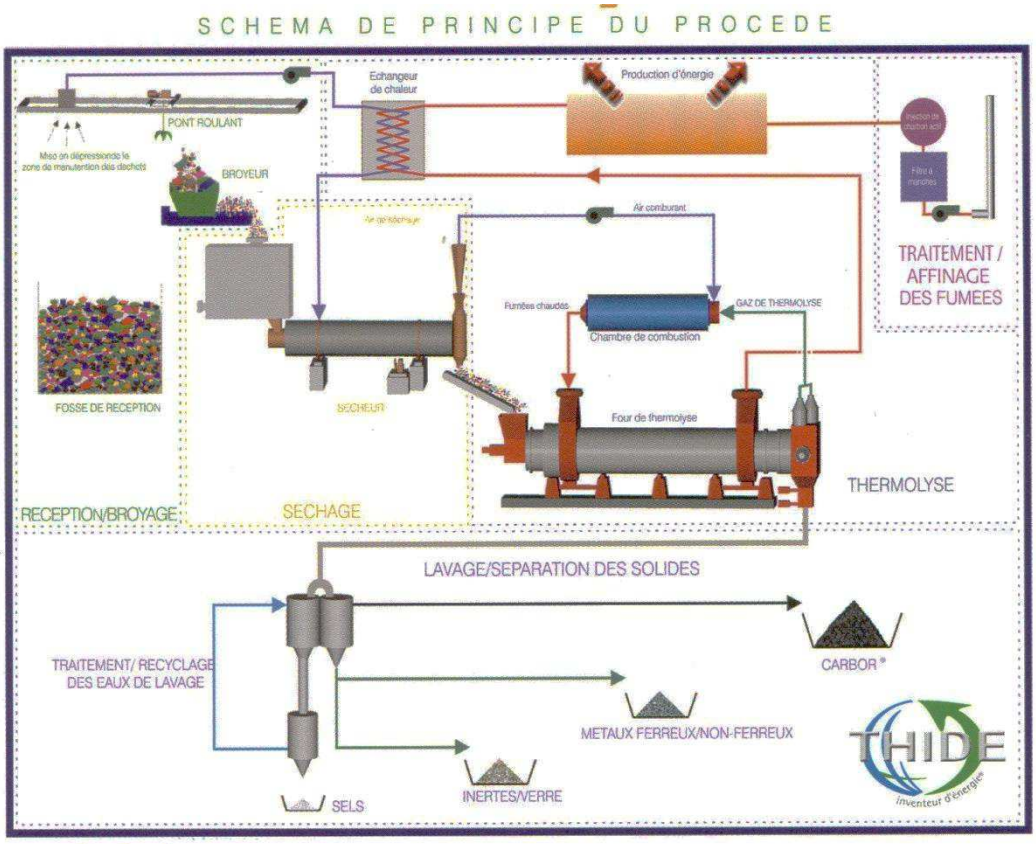
- Une souplesse d'exploitation : le procédé peut s'adapter aux variations de charges, de 50 à 110% de sa capacité.
- Une structure compacte sur une superficie inférieure à 3 ha.

- Une source d'énergie : l'énergie produite peut être utilisée pour des bâtiments collectifs, des sites industriels.
Plusieurs procédés existent Edith de Thide (Arras), Pit Pyroflam, Thermoselect, et d'autres notamment au JAPON.



Usine Artélyse à Arras

Les atouts avancés par les promoteurs d'Arthélyse, procédé Thide à Arras sont :
. Une séparation des éléments du coke, pour les recycler dans leurs filières respectives et les purifier pour en faire du « carbor », charbon de substitution utilisable comme agent réducteur dans la métallurgie.



Procédé Thide - Source : documentation Arthélise Arras

<u>Il faut savoir :</u> *la législation concernant l'utilisation et le devenir du « carbor » est à définir. Cette usine, pionnière, doit* ***faire la démonstration de son innocuité****. Il semblerait qu'un certain délai soit nécessaire à cette évaluation.*

La torche plasma : la destruction de déchets par fusion

C'est une technique à haute température utilisée pour vitrifier des produits dangereux tels les armes chimiques, les PCB, l'amiante, les REFIOM, voire au Japon les mâchefers.

Il ne faut pas confondre la technique de fusion avec celle de l'incinération. Il y a peu d'air injecté sur un arc électrique utilisé dans ce procédé. La torche chauffe les cendres jusqu'à 1400°c, soit environ 500°c au-dessus de la température d'incinération des ordures ménagères. Après refroidissement rapide des cendres en fusion, les polluants contenus dans le vitrifiât sont immobilisés et le vitrifiât peut être considéré comme inerte (Cf. Classification européenne des déchets). Il pourrait être utilisé comme substitut de pavés et dalles en béton pour voirie. Bien entendu, le produit serait exposé aux contraintes commerciales habituelles.




Torche Europlasma et Refiom vitrifiés à Cenon

Une installation comprend 4 sections :

- L'alimentation des cendres. Dans certains cas un apport d'appoint de calcin (verre broyé) et nécessaire pour la vitrification.
- Le four, avec sa torche à plasma et l'évacuation des vitrifiâts
- L'épuration des gaz
- L'épuration des eaux d'épuration des gaz. Les systèmes d'épuration peuvent être intégrés à ceux d'un UIOM.

En cas d'utilisation indépendante d'un UIOM les points suivants méritent une attention particulière :

- Les dioxines et furanes sont détruites aux températures élevées dans le four et le système de refroidissement instantané « quench » devrait permettre d'éviter leur reformation.
- Des NOx sont produits en abondance et doivent être éliminés par catalyse. Les autres rejets (oxydes de soufre, poussières, acidités des eaux, chlorures, extraction des métaux lourds) qui s'y trouvent, font appel à des techniques courantes et bien maîtrisées dans l'industrie. Bien entendu, des garanties particulières des constructeurs doivent être obtenues en ce qui concerne les problèmes de sécurité sanitaire.

Laisser en stockage et en augmentation permanente des REFIOM en CSDU n'est pas raisonnable à partir du moment où une solution technique est possible sans être beaucoup plus onéreuse (de l'ordre de 500 € la tonne, valeur 2006).



Il serait utile d'envisager des centres régionaux de destructions de matières dangereuses. L'économie de telles installations devraient être examinée.

Chargement de Refiom en direction d'un CSDU classe 1

LES PROCEDES PHYSICO-CHIMIQUES ET METALLURGIQUES

. Comparaison des techniques bio et thermo chimiques
. La transformation des pneus en hydrocarbures
. La transformation des plastiques usagés et de la biomasse
. La transformation de cellulose et déchets ménagers en éthanol et électricité renouvelable.

Les procédés de physico-chimie sont peu nombreux et généralement dans un stade de développement.

Comparaison succincte des technologies bio et thermo chimique

L'objectif de cette analyse n'est pas de condamner des procédés, mais de limiter les applications en fonction des risques qu'elles comportent et des coûts qu'elles engendrent.
Il est clair, que chaque situation mérite une étude particulière. Compte tenu d'évènements récents liés à la fiabilité sanitaire de certaines usines nous ne pouvons plus nous contenter des déclarations de bonnes intentions d'industriels à la recherche de rentabilité, mais de preuves qu'aujourd'hui ces installations ne constituent plus de dangers pour l'homme ou l'environnement. Les responsabilités civiles des industriels et des élus qui prennent les décisions doivent être clairement définies.
Notre analyse est argumentée, mais nous admettons qu'elle est imparfaite. Elle n'a d'autre objet que de stimuler la réflexion, chaque décideur devant prendre ses responsabilités.

Les technologies de la biochimie

- Les technologies issues de la biochimie sont plus flexibles, moins polluantes et moins onéreuses que celles issues de la thermochimie. Les températures n'y dépassent pas 60°c. Les équipements ne nécessitent pas de matériaux spéciaux. Les procédés fonctionnent en absence d'air ou sans excédent d'air.
- Le tri mécano biologique transforme la matière organique dans les ordures en compost, et achève un cycle de carbone, similaire à celui qui se déroule dans la nature.
- La méthanisation transforme les déchets en compost et biogaz (ce gaz produit en combustion un minimum de CO2 et cela contribue à réduire l'effet de serre). Le biogaz peut être utilisé pour produire de la chaleur et de l'électricité séparément, ou en co-génération, et, autre alternative peut servir de biocarburant. Cette dernière possibilité n'est pas offerte par les procédés thermiques.
- La matière résiduelle est composée de plastiques et de matière organique grossière non triée. Cette fraction peut être soit enfouie dans des CSDU classe 2, incinérée, ou recyclée pour donner au plastique une seconde vie. Cette dernière possibilité est la plus écologique.
- Les équipements peuvent être installés de manière modulaire et progressive, ce qui permet dans certains cas d'étaler les dépenses d'investissements.

Le choix entre ces alternatives ne peut être basé que sur la connaissance de la demande locale de ces produits.

Les procédés de la thermo-chimie

- Les procédés de la thermochimie évoluent à des températures beaucoup plus élevées : L'incinération à 850°c, la gazéification de 450 à 700°c et la thermolyse de 500 à 600°c et la transformation de cendres volantes en vitrifiât à des températures encore plus élevées de 1100 à 1300°c. En conséquence, les équipements nécessitent des matériaux spéciaux qui sont coûteux.
- Une chaîne de production peut être constituée d'une unité bio (mécano ou méthanisation) et d'une unité de tri sélectif. Ce schéma est impossible entre un incinérateur et une unité de tri mécano. Une unité de tri doit s'arrêter fréquemment

pour entretien, et un incinérateur ne peut fonctionner qu'en continu, avec une alimentation nominale constante. Un dispositif en fonctionnement discontinu ne peut pas se trouver en amont d'un dispositif à fonctionnement continu.
Il faut reconnaître que pour certaines applications : destructions de déchets infectieux médicaux, élimination de farines animales, en particulier en présence du redoutable 'PRION,' seuls des solutions thermiques sont actuellement envisageables.
L'incinération dans des UIOM modernes équipées de chambre à catalyse doit être préférée à la co-incinération en cimenterie, où les pratiques de rejets à l'atmosphère dans cette industrie sont très permissives.

La transformation de pneus en hydrocarbures, noir de carbone, et acier



L'Université de Bangor a développé un procédé qui pourrait permettre le recyclage des 50 millions de pneus usagés que le Royaume-Uni produit chaque année.
A partir de pneus, en utilisant une distillation continue et réductrice, on obtient du méthane, de la vapeur d'eau, du noir de carbone et un mélange liquide de plusieurs hydrocarbures.
Le mélange d'hydrocarbures est particulièrement intéressant car doté comme le caoutchouc dont il est issu, d'une grande capacité calorifique. De plus, étant moins complexe que du pétrole brut, il est PLUS facile à raffiner.
Une usine de démonstration en opération depuis 2006 au Pays de Galles a prouvé l'intérêt du procédé. Environ 20 litres d'hydrocarbures sont produits chaque jour à partir d'une douzaine de pneus.

Used Tyre Distillation Research (UTD) souhaite breveter en totalité cette technologie et construire une usine qui recyclerait jusqu'à 2 millions de pneus par an.
Cette entreprise a également l'ambition de produire de l'éthanol à partir de plastique.
L'usine pilote a démontré que le procédé développé par le département en génie chimique de l'Université de Bangor a la capacité de s'adapter à une production industrielle à grande échelle, et qu'il est en effet capable de fonctionner en continu sept jours sur sept.
De plus, le gaz produit (principalement du méthane) pourrait fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'usine. Le procédé serait alors énergétiquement autosuffisant.



Noir de carbone

Les plastiques usagés et la biomasse

La chimie de ces procédés est connue depuis longtemps, mais l'intérêt économique d'une production industrielle n'est pas encore reconnu. Cependant, des essais sur unités pilotes nous laissent penser que le stade du développement commercial va être franchi et que des débouchés sont possibles compte-tenu des défaillances prévisibles des énergies fossiles à l'avenir.

La conversion des plastiques usagés en gasoil

La société OZMOTECH installée à Melbourne, AUSTRALIE a annoncé le 12 janvier 2007 qu'une unité de 20t / jour (6800 t/an) était opérationnelle sur un site à Laverton, Victoria.

Ce procédé à catalyse, utilise des plastiques retirés des déchèteries pour fabriquer du gasoil.

Les codes imprimés sur les produits plastiques permettent d'identifier les matériaux et établir la qualité des ressources pour le produit final :

. Code 1 : PET peut être utilisé dans certaines limites
. Code 2 : HDPE est acceptable
. Code 3 : PVC peut être utilisé dans certaines limites
. Code 4 : PET basse densité : est acceptable
. Code 5 : PP est acceptable dans certaines limites
. Code 6 : PS est acceptable dans certaines limites
. Code 7 : Les autres plastiques doivent faire l'objet d'une discussion préalable.

De source constructeur, l'avantage du procédé est que les plastiques souillés des ménages, de l'agriculture et de l'industrie peuvent être utilisés dans le processus sans difficultés. Tout ce qui n'est pas plastique est éliminé.

Il est précisé que la qualité du gasoil obtenu est conforme aux normes européennes, et que les faibles émissions dans l'atmosphère ne posent pas de problèmes environnementaux.



Usine Ozmotech

La conversion en éthanol de la biomasse issue des ordures ménagères

Nous prenons comme exemple le procédé américain Oxynol de l'entreprise MASADA
Il est difficile de classer ce type de procédé qui utilise physique et bio-chimie.

Le principe de ces procédés c'est la production d'éthanol en deux étapes par :

1° La transformation par des acides de molécules de cellulose en sucres, principalement du glucose puis

2° Le blocage du processus de méthanisation par l'ajout d'inhibiteurs, suivi de la fermentation des sucres par des organismes bactériens spécialisés, pour produire de l'éthanol.

Ethanol produite à partir de cellulose (déchets vert et déchets ménagers) en Floride

En Floride (USA), la société INEOS a annoncé que son unité à « Vero Beach » a commencée au mois d'Août de produire de l'éthanol à partir de cellulose à une échelle commerciale. C'Est la première installation au monde qui convertie des déchets de la biomasse en éthanol et énergie renouvelable. La technologie est basée sur la gazéification et la fermentation



Le projet a été conçu dans le cadre d'un partenariat entre « INEOS Bio et New Planet Energy ». L'usine a déjà converti des déchets vert : Copeaux de chênes, pins, rebus de palettes de bois, et prochainement sera être alimentée en déchets ménagers municipaux.

L'installation produira huit millions de gallons US (1 gallon = 4,54 litres) de bioéthanol (ainsi que 6 méga watts d'électricité renouvelable par an.

Ce centre de production énergétique a coûté plus de $130 millions, a permis la création 400 emplois direct pour sa construction, et emploiera un effectif de 65 pleins temps.

INEOS est en relation avec d'autres entreprises et villes qui seraient intéressées par sa technologie.

Ethanol à partir de déchets ménagers, procédé pilote Abengoa (Espagne)



Usine Abengoa à Babilafuente

La compagnie espagnole Abengoa a inauguré le 26 juin 2013 une usine pilote à Babilafuente, près de Salamanque au Nord-Ouest de Madrid, pour produire des biocarburants de seconde génération à partir de déchets ménagers.

La capacité de traitement de l'usine s'élève à 25.000 tonnes de résidus solides urbains pour une production pouvant atteindre jusqu'à 1,5 million de litres d'éthanol par an.
L'obtention de cette seconde génération de biocarburants sous le nom de 'Waste Biofuels' (W2B) s'effectue à l'aide d'une fermentation et d'une hydrolyse enzymatique des ordures ménagères. Au cours du processus de transformation, la matière organique est soumise à divers traitements pour obtenir de la fibre organique, riche en cellulose et hémicellulose, qui postérieurement sera convertie en éthanol.
L'éthanol pourra être utilisé mélangé à l'essence ou pur dans les automobiles, et pourra également entrer dans la production de kérosène.

Cette production induit une avancée technologique dans le modèle de gestion des résidus, permettant de minimiser l'empreinte environnementale de ces derniers. Le bioéthanol produit dans l'usine W2B possède plusieurs applications en tant qu'additif pour l'essence ou de combustible pour les automobiles, ou encore dans l'industrie chimique et pharmaceutique en tant que dissolvant par exemple. Il pourra également s'inclure comme produit intermédiaire dans la production du combustible pour avion, le kérosène.
Nous regrettons qu'aucune recherche de ce type n'ait lieu en France.

La récupération des métaux lourds des REFIOM par fusion (procédé métallurgique)
Le SYCTOM de la Région Parisienne avait annoncé la possibilité de la récupération des métaux lourds (Cobalt, Cadmium, Plomb, Zinc, Mercure) à l'aide une torche à Plasma.
Cette expérimentation a été réalisée en Suède.
Depuis, le SYCTOM a abandonné le projet.

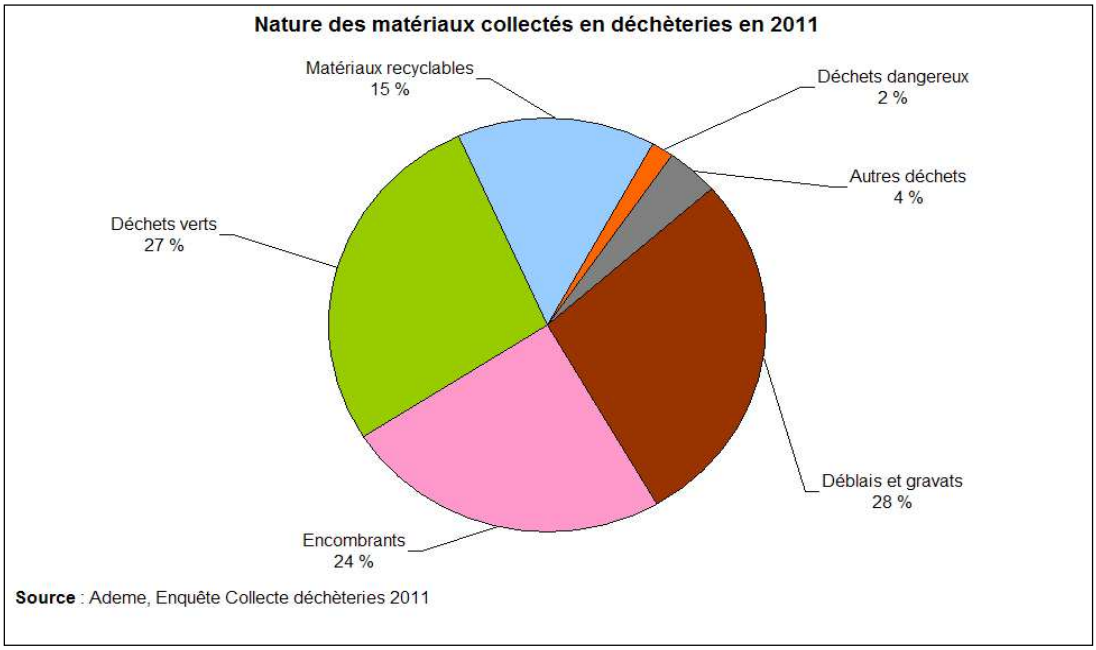
Nous rappelons que ces déchets restent la propriété de ceux qui les ont produits et qu'ils sont tenus de les détruire dès lors que la possibilité existe.
Ils sont une plaie pour les générations futures.

L'ENFOUISSEMENT
(Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, c'est la "solution ultime")
. Les déchèteries
. Les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) ex-CSDU (Centres de Stockage de Déchets Ultimes)
. Le captage du biogaz
. La rénovation d'un ancien ISDND

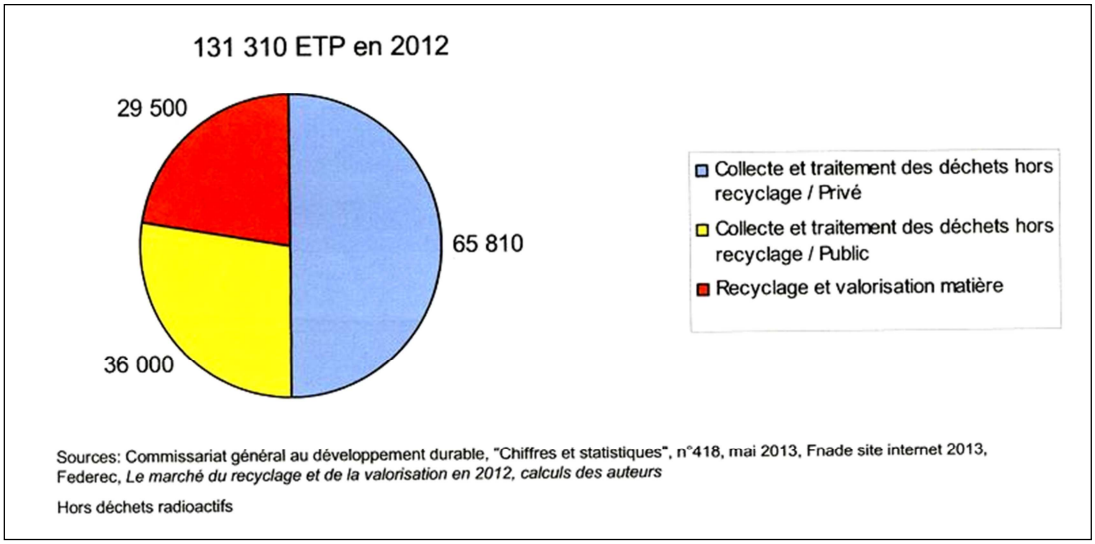
Introduction
Malgré tous les efforts de collecte sélective et de valorisation, quelle que soit la solution choisie, il demeurera toujours des déchets non recyclables, appelés aussi déchets ultimes qui nécessiteront d'être mis en décharge. Ils représentent en général 25% du volume de notre poubelle. Et croire que l'incinération serait la solution pour éviter l'enfouissement est une erreur, puisque celle-ci produit elle-même 30% de résidus toxiques solides, sans parler de ce qui s'échappe dans l'atmosphère… L'utilisation des mâchefers en sous-couche routière n'est pas sans risque, et soumise à des contraintes, elle n'est pas toujours possible. Quant aux résidus des filtres (refiom) des cheminées des incinérateurs, hautement toxiques, ils sont destinés à un stockage par enfouissement, sophistiqué et très coûteux.

La réglementation relative à l'élimination de nos déchets ménagers est de plus en plus stricte et les techniques sont de plus en plus évoluées.

Les déchèteries
Depuis 2000, les quantités de déchets collectés en déchèteries ont été multipliées par deux, atteignant 12,8 millions de tonnes en 2011. Elles reçoivent principalement des encombrants (meubles, électroménagers…), des déchets verts, des matériaux recyclables (emballages, bois …) et des déblais et gravats.



Les emplois de l'industrie des déchets (ETP : Equivalents Temps Plein)



Sources: Commissariat général au développement durable, "Chiffres et statistiques", n°418, mai 2013, Fnade site internet 2013, Federec, *Le marché du recyclage et de la valorisation en 2012, calculs des auteurs*

Hors déchets radioactifs

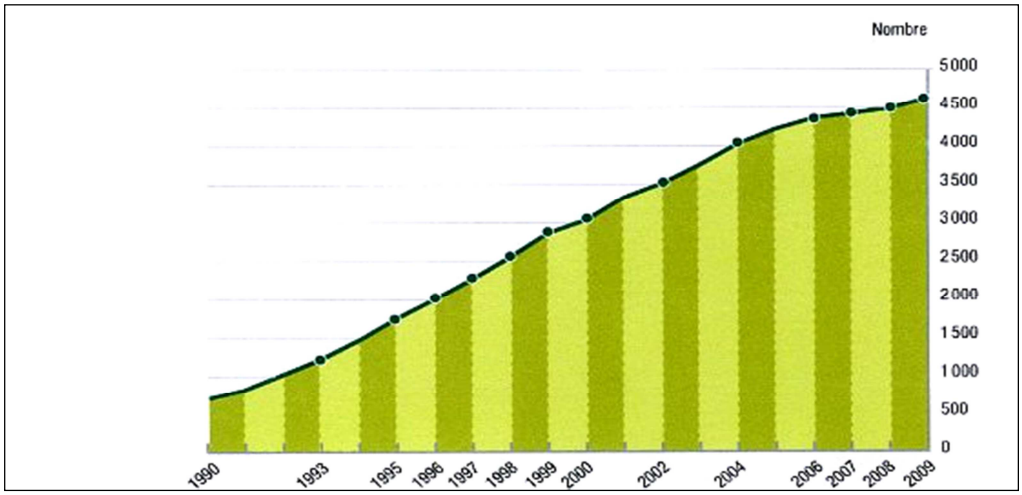
Une déchèterie moderne



Il ne faut surtout **pas confondre une déchèterie avec une ISDND (Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux - Ultimes).**
Dans une déchèterie il est encore possible de retirer des matières recyclables. C'est une plate-forme de tri qui classe les déchets selon leur destination finale : recyclage, valorisation, destruction (incinération…), enfouissement…

Le parc des déchèteries en France
Il s'est considérablement développé en raison de la nécessité de trier les déchets, souvent en apport volontaire. Les déchèteries sont souvent associées à un mode de traitement des déchets, et la proposition de tri peut varier d'un endroit à l'autre. Il y a cependant des constantes concernant les métaux, les produits polluants (peinture, huiles), les déchets verts, les déchets inertes (gravats) …

Parc de déchèteries en France :



Source : Sinoe

Historique

Jusque dans les années 70, les décharges n'étaient soumises à aucune réglementation. Chaque commune disposait d'un lieu de dépôt ou d'incinération des déchets.

A partir de 1975 et de 1976, la mise en œuvre de la réglementation a permis la résorption de nombreux dépôts sauvages et la mise en conformité des décharges. Néanmoins, en 1993, une grande part des déchets ménagers finissait toujours en décharge et des dépôts et décharges sauvages existaient encore. Aussi, une nouvelle réglementation a été mise en place. Elle fixait comme échéance le 1er juillet 2002, date à laquelle les installations d'élimination des déchets par stockage ne sont autorisées à accueillir que des déchets ultimes, à savoir des déchets résultant ou non d'un traitement, et qui ne sont plus susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

Les lieux de stockage ne sont plus aujourd'hui les trous que nous avons pu connaître, il y a quelques années, mais de réels sites industriels. On ne parle plus de décharge, mais de centre d'enfouissement technique (CET) et même depuis 2002 de Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU) devenus ISDND.

Un centre de stockage est un site clôturé, gardienné et fermé au public. Il a pour mission de stocker les déchets non valorisables dans des espaces hermétiques spécialement aménagés à cet effet, des casiers. Ces équipements ont également pour mission de gérer les pollutions qui se dégagent des déchets.

Ce sont des installations classées pour la protection de l'environnement et contrôlées par les services de l'Etat avec une obligation de suivi pendant 30 ans après fermeture.

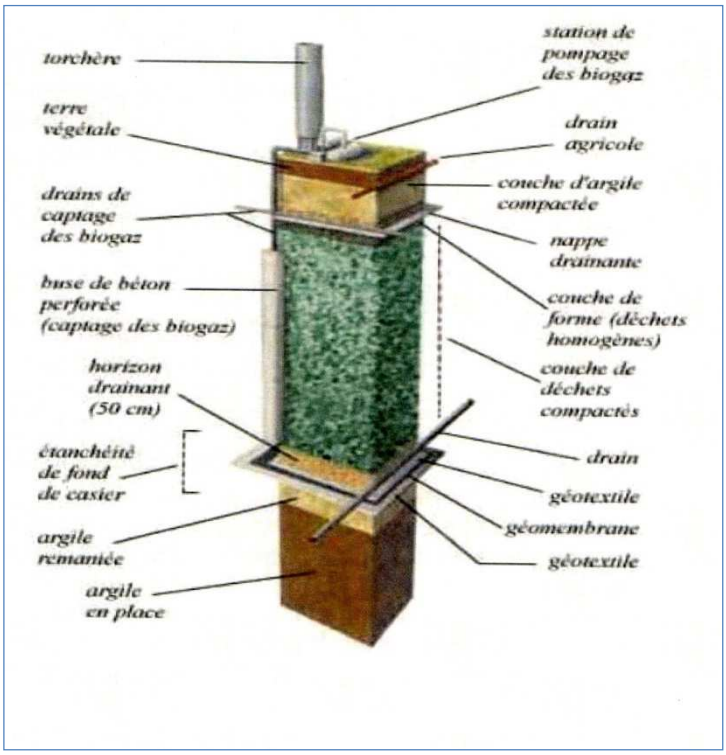
Créer un site d'enfouissement répond à des critères techniques incontournables : nature géologique des sols, absence de nuisance pour les riverains, accessibilité, maîtrise foncière par les collectivités publiques. On peut y ajouter la volonté de ne pas toucher à un espace naturel ou agricole. Il s'agit de garantir à la fois la qualité du service et la maîtrise du coût pour les contribuables.

La réglementation concernant les déchets biodégradables

La directive européenne 1999/31/CE 26 avril 1999 précise qu'au plus tard en 2017 la quantité de déchets municipaux biodégradables mis en décharge doit être réduite de 35% en poids de la totalité des déchets municipaux biodégradables 1995 (voir objectifs du Grenelle de l'Environnement).

Les ISDND* (ex CSDU)
(*Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux)

Le classement des sites
Les centres de stockage sont classés en fonction du degré de toxicité des déchets qu'ils stockent :
- Classe 1 : site accueillant des déchets industriels spéciaux ou présentant un caractère toxique (liste en annexe 2.4)
- Classe 2 : site accueillant des ordures ménagères ou produits assimilés
- Classe 3 : site accueillant des gravats ou des déchets inertes.



Il est donc inévitable de trouver des sites pour l'enfouissement. Dans la plupart des départements, le problème est résolu dans le cadre du schéma départemental. On imagine bien qu'en ce domaine, il est exclu d'exiger de chaque commune de créer son centre d'enfouissement.
L'objectif actuel c'est bien de ne stocker que des déchets ultimes, suivant des conditions d'exploitation et de post-exploitation beaucoup plus strictes et contraignantes.

Quelques éléments de réflexions sur les ISDND :
Utilisation optimale des ISDND
. Utiliser le compactage pour prolonger la durée d'exploitation de l'installation.
. Etudier la possibilité de récupérer le méthane pour chauffer les bureaux ou fabriquer de l'électricité.
. Réduire les biodégradables à enfuir pour produire du compost, mais aussi pour éviter les odeurs, source de nuisances.

La sécurité sanitaire
Sur d'anciens sites à parois perméables, il est indispensable de vérifier que les lixiviats ne provoquent pas de pollution des nappes phréatiques qui se trouveraient à proximité. Analyser le problème permet de déterminer si la situation nécessite des

mesures préventives qui pourraient être peu coûteuses. L'indifférence pourrait compromettre la santé de certains de nos compatriotes.
Dans certains cas, la recherche de responsabilité a conduit à des conflits juridiques qu'il est à priori possible d'éviter.

Création de nouveaux ISDND

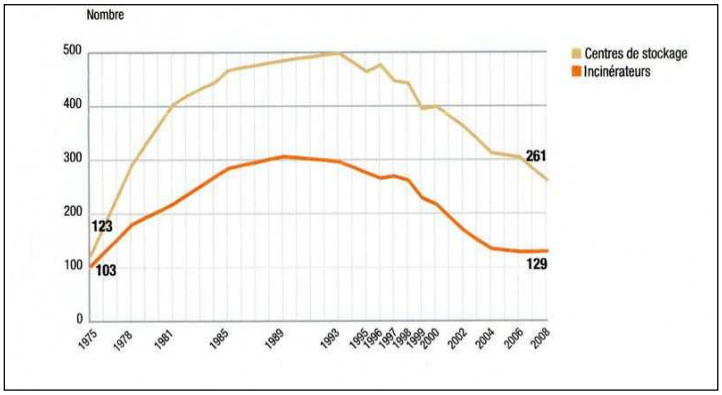
Nous constatons qu'au même titre que les incinérateurs, la création de nouveaux ISDND, même au-delà des distances réglementaires provoquent indignation et opposition chez les futurs riverains.
Les techniques minières existantes permettent la réhabilitation, puis la réutilisation d'anciens sites qui ont atteint la saturation. Il ne faut donc pas négliger cette solution (voir chapitre : rénovation de site ancien). Ce type d'opération est économiquement viable.
Actuellement, pour éviter des problèmes administratifs avec des conséquences financières lourdes, il est préférable d'engager ce type d'opérations sur des ISDND presque à saturation mais toujours en exploitation.



CSDU classe 1 - SITA Champteussé sur Baconne

Evolution parcs d'incinérateurs et de stockage des déchets ménagers

La montée de l'intercommunalité et le renforcement des réglementations relatives à la protection de l'environnement ont eu pour effet de concentrer les installations, alors que le nombre d'incinérateurs reste stable, le nombre de centres de stockages de déchets continuent de baisser sensiblement, passant de 304 unités en 2006 à 261 en 2008. (Fig. ci-dessous)



ISDND : 261

Incinérateurs : 129

(Situation 2008, Source Ademe)

La baisse du nombre d'incinérateurs résulte de la fermeture d'anciennes usines dont la mise en conformité n'était pas pertinente. La baisse constatée de sites d'enfouissements est due en partie à la fermeture de sites exploités sans autorisation.

Captage du biogaz de décharge



Captage de gaz

Le captage de gaz de décharge permet de produire de la chaleur, de l'électricité ou du carburant ; d'augmenter la sécurité du site d'enfouissement, et diminuer le gaz à effet de serre (le méthane est 21 fois plus actif que le gaz carbonique). Ce sont des intérêts économiques, sanitaires et écologiques non négligeables.
A Claye-Souilly en Seine-et-Marne se trouve une des plus importante décharge en France. En collaboration avec Veolia Propreté une production de biogaz d'environ 17 000 m3 par heure est valorisée en électricité à la hauteur de 26 MW par an (ce qui correspond à une consommation annuelle de plus de 220 000 habitants hors chauffage),
Des décharges anciennes devraient faire l'objet d'étude de faisabilité en ce qui concerne le potentiel de production de biogaz, ainsi que des possibilités d'utilisations. La ressource est également utilisée comme carburant automobile.

Composition du gaz de décharge
Le gaz de décharge est un mélange principalement de biogaz, de composés organiques volatiles(COV) à l'état de traces : solvants, HAP et dérivés halogénés et d'air.
Les constituants majeurs du biogaz sont le méthane (CH_4), le gaz carbonique (CO_2) ;
Les constituants mineurs sont l'hydrogène sulfuré (H_2S), et l'ammoniac (NH_3),
Il contient également de la vapeur d'eau et des produits intermédiaires de la fermentation non complètement décomposés : alcools, aldéhydes, mercaptans…, sans oublier la possible formation de SO_2, HCL, HF et CO. La présence de molécules acides rend le gaz corrosif.
Il peut également contenir des dérivés chimiques tels les siloxanes (organométalliques) dérivés de la dégradation de déchets cosmétiques et des produits d'entretien…Une concentration trop importante de ces derniers peut conduire à l'encrassement des équipements de traitement.
La présence d'air est due à une pénétration parasitaire dans le système de collecte du gaz de décharge.

Classifications des installations de stockage
Ces installations peuvent être classifiées en trois cas type selon le mode de gestion :
Avec réduction de la production de gaz réalisée sans combustion :
Pour ces sites, la combustion en torchère n'est pas possible du fait :
. De difficultés techniques de mise en œuvre d'un réseau de captage,
. D'un débit ou de teneur en CH_4 trop faible pour l'utilisation de torchères existantes sur le marché.
Dans ce cas, l'utilisation d'autres techniques de traitement sont envisageables :
. De type biologique utilisant l'activité microbienne par la diffusion de gaz à travers une couverture organique ou oxydante pour détruire CH_4, COV, H_2S.

En général, il s'agit de passage à travers une couche de matière organique contenant du compost, un milieu favorable au développement de bactéries méthanotrophes, oxydante du méthane, et sulphato-réductrices, notamment de H2S.
Bien entendu, les conditions de température et d'humidité favorables au développement des bactéries doivent être maintenues.
Le schéma habituel consiste à installer une couche drainante sous une couverture semi perméable, elle-même recouverte par une couche de compost.
Ces systèmes sont préconisés dans le cas de décharges réhabilitées où le débit surfacique est faible. Cependant, ces systèmes n'empêchent pas les migrations de gaz par les parois latérales, toujours possibles dans des sites anciens.
. De type physico-chimique tel l'oxydation catalytique.
Cette technique est pratiquée en Allemagne pour des teneurs de méthane pouvant varier entre 5 et 25%.

Brûlage en torchère

Le gaz doit être en quantité suffisante (min.20 à 30 m3/h), et de qualité (CH4 min.25% ; en moyenne 50%).
La torchère doit également servir pour éliminer le biogaz lors d'opérations d'arrêt ou de maintenance.



Torchère

Valorisation énergétique

Les critères de classification sont d'ordre :
. Quantitatif : débit et flux surfacique produit sur le site
. Qualitatif : odeurs, environnement.
. Technico-économique : fiabilité et rentabilité du projet.
Les alternatives visent à faire fonctionner un brûleur (ex. séchage de fourrage agricoles), chaudière (chauffage), ou un moteur à gaz, une turbine à gaz, une turbine à vapeur (production d'électricité), ou être utilisé en tant que carburant.
Le fonctionnement d'un moteur thermique ou d'une turbine nécessite un gaz de qualité assez élevé mais surtout de débit constant.
Les spécifications des motoristes sont pour le méthane de 40 à 55%, avec une variation de + ou – 5%. Pour les turbines, la teneur en méthane peut-être moindre, mais au minimum de 30 à 35%. Avant brûlage dans la chambre à combustion, le gaz a besoin de traitement :
. Elimination des condensats (par exemple par refroidissement)
. Elimination de l'H2S, autres gaz corrosifs, et éventuellement des siloxanes. Actuellement, la filtration par charbon actif est la plus utilisée, mais le procédé engendre des coûts d'exploitation importants dû à la nécessité de renouvellement/ régénération du charbon actif 3 à 4 fois par an.
Dans le cas d'une injection dans le réseau public ou de production de méthane carburant un traitement du gaz très poussé doit être mis en place.
Le gaz sur site peut également être utilisé pour un traitement thermique des lixiviats.

Site géré en bioréacteur

En absence d'humidité les déchets deviennent inactifs et produisent moins de gaz.

En laboratoire, la recirculation des lixiviats accélère la biodégradation et en conséquence la production de biogaz. Les résultats à grande échelle ne sont pas toujours probants.

Pré traitement mécano biologique (PTMB) avant stockage

Le pré traitement associe des filtres manuels, gravimétriques, aérauliques, ou magnétiques pour séparer la matière organique qui est compostée ou méthanisée avant stockage finale.

Le motif de la démarche est de limiter les quantités de déchets à stocker, tout en réduisant la production de gaz qui peut-être captée.

En général, si les déchets sont broyés il est préférable de maintenir les plastiques qui foisonnent lors du compactage. Ils permettent une perméabilité plus importante du massif laquelle évite la création de zones à fortes densités qui peuvent provoquer l'apparition de nappes perchées. Dans ces conditions la méthanogenèse devient instable et le captage du captage de gaz est rendu plus difficile.

A titre d'exemple, à Lorient, les déchets sont triés à la source : déchets secs à recycler, les bios déchets pour le compostage, et les déchets gris restants sont stabilisés en usine de PTMB avec opérations de broyage, malaxage et retournement avant enfouissement. Le biogaz est capté.

La sécurité

Feux et explosion

Toutes les opérations qui consistent à manipuler des déchets en fermentation, de forage de puits de gaz, exposent le personnel à des situations de risques qui nécessitent l'application et le respect de règles de sécurité très strictes.

Les feux de décharge

Ils constituent l'un des risques le plus important auquel un exploitant est confronté. Ils proviennent d'entrées d'air à l'intérieur d'un casier, avec des causes multiples d'ignition : présence de corps à faibles température d'inflammation ou de divers produits chimiques.

Le risque d'explosion du méthane

Ce risque est réel lorsque des conditions particulières sont réunies :

- Les limites d'explosivité (basse ou haute) sont atteintes. Elles sont fonction de la concentration du méthane et de l'oxygène (limites de concentrations faible ou forte) ; rarement à l'air libre, mais possible en atmosphère confiné.
- Il doit y a une source d'ignition : cigarette, flamme, étincelle.

Lors de travaux les ouvriers doivent être munis d'explosimètres, et équipés de protections individuelles.

Ce risque est devenu moindre depuis que la législation fait obligation de collecter le gaz et d'éliminer le surplus en torchère. Mais nous pensons que des torchères n'existent pas dans toutes les ISDND.

Toxicité

Le risque sanitaire existe pour le personnel exploitant. En cas de concentration forte l'hydrogène sulfuré est un gaz extrêmement dangereux. D'autres composés chimiques peuvent porter atteinte à la santé des ouvriers.

Nuisances

Pour les riverains toute décharge à son lot de nuisances : odeurs, bruit, prolifération de rongeurs. Des cas de maladies liés à l'exploitation de décharges d'O.M. sont peu rapportés dans la littérature. Sans en avoir la certitude, cela laisse penser qu'elles sont quasiment inexistantes.

La réglementation

Quatre critères doivent être respectés

. La zone du site doit être définie.

. La distance minimum réglementaire entre une limite de décharge et la première habitation est de 500 mètres.

. Les prescriptions de sécurité doivent être rigoureusement appliquées.

. Des matériels adaptés, notamment électriques, doivent être exclusivement utilisés.

La rénovation d'une ISDND
L'ISDND (Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux) de la société NCI Environnement filiale du Groupe Paprec située à MONTMIRAIL dans la Sarthe (proche du Mans)

Compte tenu de la flambée des prix des matières premières, nos vieilles décharges pourraient-elles devenir des mines d'or ?
Cela dépendra de l'évolution des prix des matières premières qui se raréfient !
- Les méthodes d'extraction de l'industrie minière sont maintenant utilisées en France pour valoriser des anciens déchets, qui sont extraits et triés. Les plastiques peuvent être lavés et vendus comme le fer, l'aluminium, et le caoutchouc. Le méthane est récupéré pour produire de l'électricité est utilisée sur site qui est vendue à EDF. La chaleur est utilisée pour le traitement des lixiviats.
- La matière organique, les graviers, les inertes sont broyés et utilisés comme protection pour la « géo membrane » qui doit couvrir les parois de nouveaux casiers. Cela permet d'éviter l'achat de quantités équivalentes de matériaux naturels qui auraient autrement dus être extraits dans la nature.
- C'est une démarche de développement durable. Les perspectives de recyclage peuvent s'avérer porteuses en cas d'augmentations futures des prix des matières premières et notamment et l'énergie.
- Il y a bien d'autres sites en France qui mériteraient d'être soumis à un examen de ré-exploitation avant fermeture.

Historique
Le site, une ancienne carrière de sable exploitée pour la construction de l'A11 dans les années 70, a été converti en centre de stockage des déchets ménagers et industriels banals en 1977 pour la région du Mans, Nogent le Rotrou et la Ferté Bernard.
Arrivant à saturation à la fin des années 90, le site était voué à la fermeture en 2002.
Afin de prolonger son exploitation, le responsable du CSDU fait en 1997 une demande d'extension, mais ce projet ne repousse la fermeture que jusqu'en 2009. En parallèle il réfléchit à une solution complémentaire et innovante conforme au développement durable : la ré exploitation de l'ancien espace de stockage. Des prélèvements d'échantillons de vieux déchets par carottage sur une ancienne zone de stockage sont encourageants et montrent des possibilités de tri et valorisation de ces déchets accumulés au fil des années.

Procédé d'exploitation mis en œuvre
En résumé, le procédé consiste à :
Forer pour examiner le contenu du stockage.
Ouvrir d'anciennes zones de stockages et les vider de leur contenu pour créer de nouveaux volumes d'accueil.


Creusement d'un ancien casier


Creusement d'un nouveau casier



Séparer à l'aide d'un trommel et d'overbands les différentes fractions



Récupérer, valoriser les matières commercialisables (métaux 5% environ)

Réutiliser ce qui n'est pas valorisable comme substituts à des matières premières nécessaires à la création de nouveaux casiers. (Renforcement du drainant avec fines, plastiques, moquettes, caoutchoucs)



Fines



Moquettes, caoutchouc



Plastiques



Drainants

Tri des matériaux déterrés (Illustrations NCI-Environnement)

Cette démarche a permis de prolonger la durée de vie prévisionnelle du site jusqu'en 2030.

Avantages Ecologiques
- Dépollution et remise aux normes des espaces réhabilités.
- Optimisation des surfaces consacrées à l'ISDND (Installation de Stockage de déchets non-dangereux).
- Recyclage économiquement intéressant.
- Pas d'exploitation de carrière (sable et gravats).

Composition du gisement
Ferraille 3% - Bois 5% - Films plastiques + caoutchouc + moquettes 30 à 40 % - Verre + gravats + matière type compost 50 à 60 %

Réutilisation des vieux déchets
C'est là que réside la solution qui a permis à l'idée de devenir réalité en trouvant un emploi à chaque matériau :
- Ferraille et bois : vendus et recyclés
- Verre et gravats : concassés à une certaine granulométrie et réutilisés sur site pour entourer les drains de récupération des lixiviats et de récupération du biogaz.
- Films plastiques, caoutchouc et moquettes : broyés et réutilisés sur site en fond et en parois de casier pour protéger la membrane PEHD
- Matière type compost : réutilisés sur site en couche de protection de la membrane PEHD et en inter couches dans le stockage des nouveaux déchets
- Nota : toutes les réutilisations sur site viennent en substitution du sable ou des gravats nécessaires aux nouveaux casiers.

Bilan économique
- Récupération et création d'espace d'enfouissement.
- Economie de matière première, la réutilisation des matériaux pour une nouvelle exploitation réduit les coûts d 'exploitation
- Optimisation des investissements
- La ré exploitation du site économise les recherches de nouveaux terrains ayant des caractéristiques géologiques satisfaisantes (perméabilité naturelle de dix moins neuf mètres seconde), l'étude de faisabilité, les coûts d'acquisition et d'aménagement du terrain.

Conclusion
Ce procédé de récupération des vieux déchets de classe 2, déchets non dangereux, développé par la Sté TEA – NATURALEX (Suède, premier propriétaire) apparaît intéressant. Cette voie ouvre des perspectives de ré-exploitation et devrait inciter les décideurs à réfléchir avant de décréter la fermeture des ISDND en exploitation ou en réduire de manière aléatoire les tonnages.
La législation actuelle n'autorise pas l'ouverture de sites d'enfouissements sans études géologiques préalables complexes et extrêmement coûteuses. Dans le cadre de simplifications administratives, pour des extensions de sites, il serait souhaitable que les procédures administratives soient réexaminées.

Du carburant 100% méthane d'origine déchets à Claye-Souilly (77)
(Source info : Site internet Veolia)
- Pour la France, il existe un potentiel à exploiter de biogaz par la méthanisation et la **récupération en centre d'enfouissement (voir chapitre "Enfouissement").**
- La première unité française de production de biométhane issu du biogaz dégagé des déchets alimente huit véhicules légers et une benne de collecte de Veolia Propreté.
Veolia Propreté a mis en service, en septembre 2009, la première unité de production de biométhane carburant, issu du biogaz capté sur l'installation de stockage de déchets non dangereux à Claye-Souilly (77). Huit véhicules légers et une benne de collecte d'ordures ménagères, équipés de moteurs de type Gaz Naturel pour Véhicules (GNV), font dorénavant leur plein de carburant Méth'OD® (Méthane 100% Origine Déchets).



L'unité de production de Veolia Propreté démontre une capacité de production (60 Nm3/h de biométhane carburant à fort pouvoir énergétique) permettant de couvrir les besoins énergétiques annuels d'une flotte de 210 véhicules légers (1 tonne de déchets ménagers produit environ 200 m3 de biogaz ou 100 m3 de méthane, équivalant à 100 litres d'essence). Sur le plan environnemental, la substitution du diesel par du biométhane carburant permettra à terme d'éviter l'émission moyenne de 140 g de CO2/km parcouru, soit 882 tonnes de CO2 par an pour une flotte de 210 véhicules légers parcourant chacun 30 000 km/an.

- Carburant ou gaz de ville

Le biométhane produit à Claye-Souilly en Seine et Marne présente une composition similaire au gaz de ville : aujourd'hui utilisable par tout véhicule équipé d'un moteur de type GNV, il pourrait également être injecté dans le réseau de transport et de distribution du gaz naturel.

Afin de valider la technologie la plus performante en matière de séparation du CO2 et de N2 du biogaz, Veolia Propreté teste deux technologies distinctes : le procédé VPSA qui adsorbe les composés indésirables sur des solides poreux ainsi qu'un procédé membranaire plus novateur. La technique retenue sera déployée à plus grande échelle sur d'autres centres de stockage de déchets non dangereux. Mené par Veolia Propreté Ile-de-France et les centres R&D de Veolia Environnement, le projet a reçu le soutien de l'ADEME (300 000 euros). Il représente un investissement de 1,6 millions d'euros.

Ce nouveau mode de valorisation énergétique du biogaz issu d'installations de stockage de déchets non dangereux vient compléter les installations de valorisation énergétique de Veolia Propreté à Claye-Souilly qui produisent une quantité d'électricité équivalente à la consommation électrique hors chauffage d'une ville de 228 000 habitants.

DECHETS, POLLUTION, DECHETS
Tout ce qu'il faut savoir…

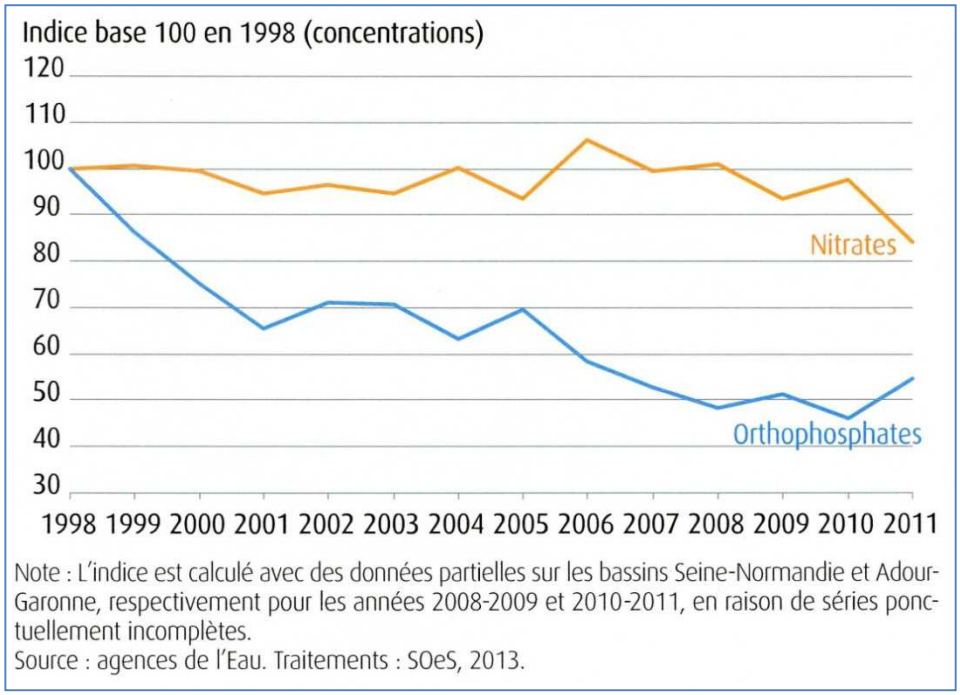
TROISIEME PARTIE

- **LA POLLUTION DE L'EAU DOUCE**
  - La pollution des cours d'eau et l'incidence sur les côtes
  - Les nitrates
  - Le fonctionnement d'une STEP classique
  - La "Phytoremédiation" par les plantes
  - L'Unité de traitement de l'eau d'Honfleur
  - La vitrine de Vezins
  - Le traitement des eaux souterraines polluées
  - La féminisation des poissons mâles dans les estuaires des rivières
  - Les recommandations de l'Académie Nationale de Pharmacie
- **LA POLLUTION DES MERS**
- **LA POLLUTION DES SOLS**
  - La réhabilitation des sites pollués
- **LA POLLUTION DE L'AIR**
  - Information sur l'évolution des GES
  - Les gaz à effets de serre et le bilan carbone
  - Le trou d'ozone en Antarctique
  - La pollution de l'air de source anthropique
  - La pollution en France : Rapports détaillés (Annexe 6)
- **LES POLLUTIONS CHIMIQUES**
  - Destruction des abeilles par les pesticides
  - Raisons diverses de surmortalités (dont frelon asiatique)
  - Utilisation du chlorodécone aux Antilles
  - Le PCB
  - **Voir également QUATRIEME Partie**

LA POLLUTION DE L'EAU DOUCE

La pollution des cours d'eau par les nitrates et l'incidence sur les côtes

Les nitrates et orthophosphates sont emblématiques de deux principales pollutions (azotée et phosphorée) du réseau hydrographique français. Les teneurs en orthophosphates ont diminué de près de moitié depuis 1998, grâce à l'amélioration du traitement des eaux usées urbaines et à la baisse sensible de l'utilisation des engrais phosphatés. La diminution plus modérée des engrais azotés n'a pas eu d'effet sur les teneurs en nitrates dans les cours d'eau, qui restent globalement stables sur la période. Les évolutions d'un an sur l'autre sont influencées par la pluviométrie.



Evolution de la pollution des cours d'eau par les nitrates et les phosphates

Les nitrates dans l'eau potable posent un problème de santé publique, provoquent une prolifération d'algues sur les côtes françaises avec des répercussions écologiques et économiques.

Directive Nitrates : les zones vulnérables en 2013.

Source SOES 4 mars 2013 – Publication CGDD Eau et biodiversité

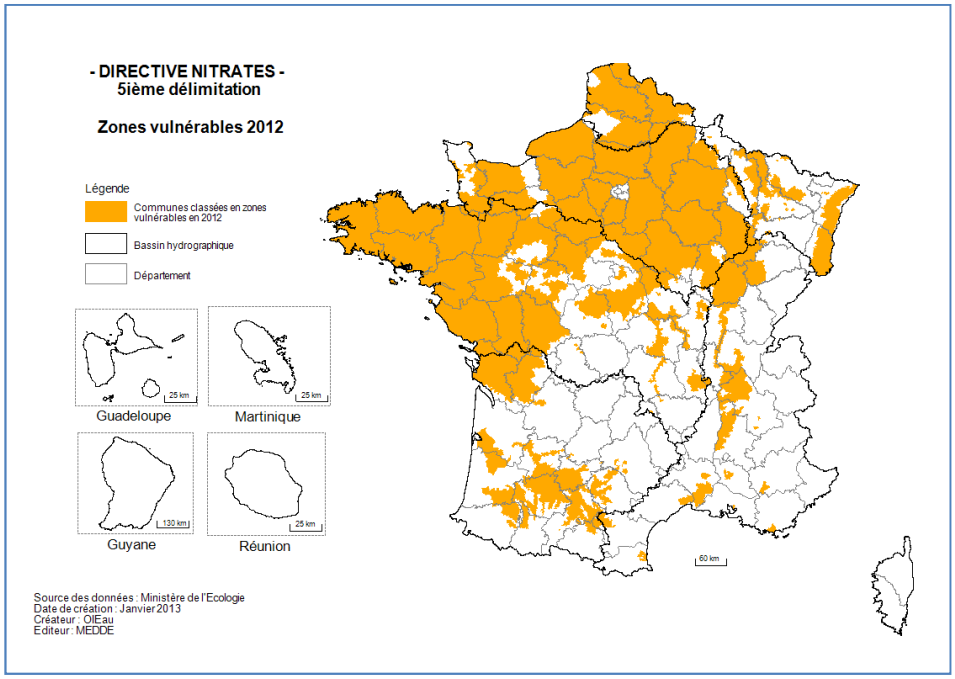
La directive européenne 91/676/CEE dite Nitrate a pour objectif de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. En France, elle se traduit par la définition de territoires (les "zones vulnérables") où sont imposées des pratiques agricoles particulières pour limiter les risques de pollution (le "programme d'action"). Ces territoires et ce programme d'action font régulièrement l'objet d'actualisations.

Ces zones ont été révisées en 2012 sur la base des résultats de concentrations des eaux souterraines et superficielles observés en 2010-2011.

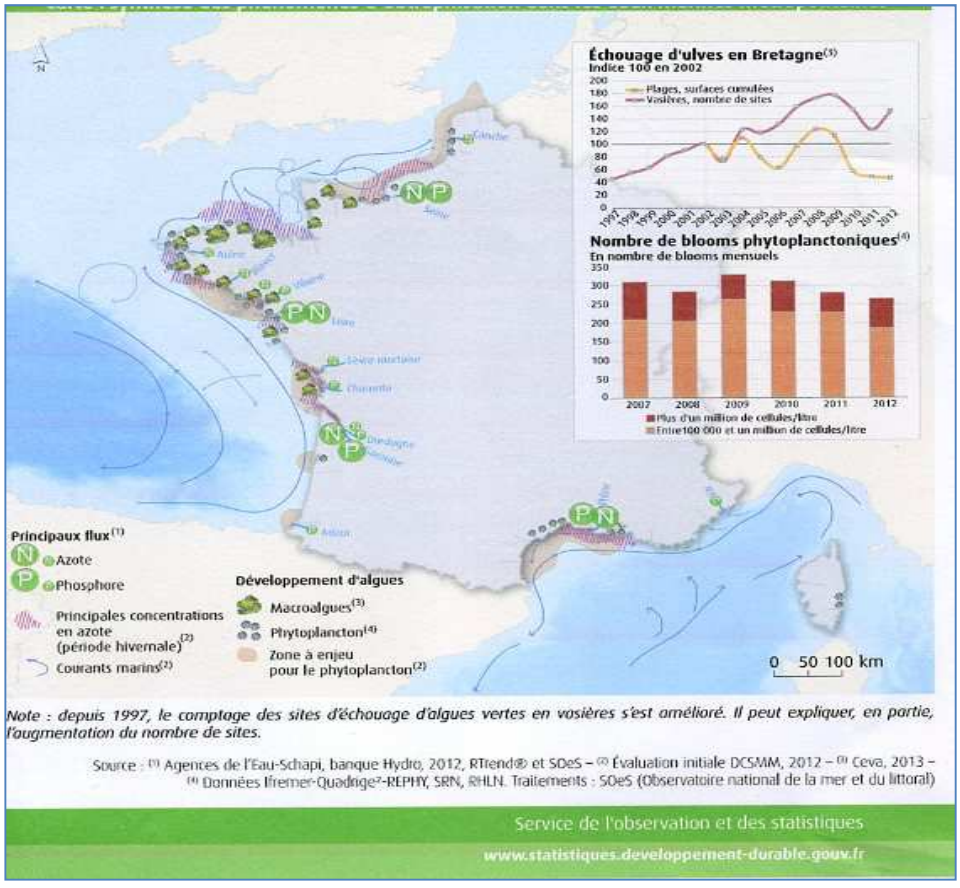
Aujourd'hui, environ 55 % de la surface agricole de la France est classée en zone vulnérable, cela correspond aux régions où l'activité agricole est la plus importante. Cette révision s'est traduite par le classement de 1 440 communes supplémentaires aux quelque 18 400 communes déjà concernées, essentiellement localisées dans les bassins Adour Garonne, Loire Bretagne, Rhône Méditerranée et Seine Normandie.

617 communes ont été déclassées au vu de l'amélioration ponctuelle de la qualité des eaux superficielles et souterraines traduisant les efforts réalisés par les

agriculteurs dans la maîtrise des pollutions azotées ; ces communes déclassées sont essentiellement localisées dans les bassins Adour Garonne et Artois-Picardie.
Les cinquièmes programmes d'actions en cours de concertation s'appliqueront sur ce nouveau zonage.



Les zones sensibles à la prolifération d'algues sur les côtes française



Historique

L'invention des engrais azotés au début du XXe siècle a révolutionné l'agriculture, multipliant les rendements et améliorant la qualité. Mais l'azote qui n'est pas absorbé par les cultures présente des risques car elle se diffuse dans l'environnement.

La concentration d'azote dans l'environnement a été multipliée par deux sur le plan mondial, et plus de trois en Europe.

En une trentaine d'années, le taux de nitrates dans les rivières bretonnes a doublé. Jusqu'aux années 1970, il était de 15 à 20 mg/litre en moyenne. En 2001, un tiers des rivières bretonnes avaient un taux de nitrate supérieur à 50 mg/l.

Or, la réglementation européenne impose depuis 1975, pour les eaux superficielles destinées à la consommation humaine, un taux maximum pour les nitrates de 50mg/l. Depuis 1991, les agriculteurs doivent mettre en œuvre des actions pour limiter l'apport de nitrates d'origine agricole afin que les normes fixées pour les eaux superficielles soient respectées.

Le développement important d'algues sur le littoral métropolitain, appelé bloom, résulte de l'eutrophisation, c'est-à-dire d'un enrichissement du milieu en éléments nutritifs. Des conditions naturelles peuvent les provoquer, mais les blooms sont plus fréquents du fait d'apports excessifs d'azote et de phosphore en mer dus aux activités humaines.

Toutefois, un développement massif d'algues, est dû à une association de nitrates à un bon clairement, un faible brassage et un confinement des masses d'eau. Ce phénomène se produit surtout dans les baies semi-fermées, les estuaires et les lagunes méditerranéennes.

Le nitrate provient aujourd'hui essentiellement des activités agricoles, notamment de l'épandage d'engrais azoté d'origine minérale ou organique (engrais de ferme, issu des déjections animales : lisier ou fumier - forme liquide ou solide.

La situation Bretonne

- 1/3 de l'azote épandu est de l'engrais azoté minéral ;
- 2/3 de l'azote épandu est de l'engrais azoté organique issu des déjections des vaches (57%), porcs (31%), volailles (12%).

Seule une partie de l'azote est absorbée par les plantes, et le reste se diffuse dans la nature (eau, sol, air). L'eau chargée en nitrates ruisselle depuis les champs, rejoint les rivières puis la mer.

Les eaux usées domestiques et industrielles contiennent également des nitrates, mais il est aujourd'hui presque en totalité éliminé par les stations d'épuration avant que l'eau ne soit rejetée dans la nature.

La concentration moyenne des rivières bretonnes en nitrates est actuellement de 36, 5 mg /l, supérieur à la norme autorisée pour l'eau potable qui est de 50 mg/l.

Entre 40 000 et 70 000 m3 d'algues vertes s'échouent chaque année sur le littoral breton, essentiellement sur les Côtes d'Armor et le Finistère.

Par endroits cela pose des problèmes à la fréquentation touristique.
La facture du nettoyage côtier pris en compte dans les budgets des collectivités locales est une charge lourde.

Les algues

Plus de 25 000 espèces d'algues sont répertoriées à travers le monde.

La Bretagne représente l'un des champs d'algues les plus diversifié de la planète avec environ 1200 espèces. Elles se différentient par leur coloration et les pigments qu'elles contiennent.

Ce nombre important s'explique par la relative douceur des températures de l'eau de mer, le caractère découpé des côtes et les phénomènes de marées entraînant des échanges de substances et d'organismes.



Les algues sont classées suivant leur coloration et les pigments qu'elles contiennent :
. Les algues vertes, dues à la présence de chlorophylle
. Les algues brunes dont les pigments masquent la chlorophylle
. Les algues rouges que l'on retrouve à des profondeurs plus importantes où les radiations jaunes et vertes sont pratiquement absorbées
Sur les côtes françaises deux types d'algues se distinguent :
. Les macros algues, principalement des ulves (laitues de mer) qui produisent des marées vertes. Ces algues vertes sont présentes surtout sur les côtes bretonnes et s'étendent en Centre-Atlantique et en Basse-Normandie.
Contrairement à la Bretagne, la Normandie et le sud de la Loire connaissent un développement d'algues vertes sur les platiers rocheux plutôt que dans les masses d'eau.
. Les algues microscopiques, le phytoplancton qui provoque des eaux colorées, avec un risque de toxicité avec la libération de toxines.
Les proliférations d'algues microscopiques sont localisées des Flandres au bassin d'Arcachon et dans les lagunes de Méditerranée.

Les effets sur la santé
Si certaines proliférations apparaissent sans danger pour la santé ou l'environnement, ne provoquant que coloration des eaux due aux pigments de plusieurs espèces de phytoplancton, certaines espèces s'avèrent dangereuses.
C'est le cas de Phaeocystis (présente de la frontière belge à l'estuaire de la Seine) qui asphyxie les poissons. Le plus souvent, ces micro-algues modifient l'équilibre de la flore en faveur d'espèces non siliceuses, et certaines d'entre elles libèrent des toxines.

On distingue en général trois types de toxines, précise le Comité Général du Développement Durable (CGDD). Les toxines diarrhéiques tout d'abord (du genre Dinophysis), qui touchent une part importante du littoral au sortir de la Seine et de la Loire, ainsi que les lagunes méditerranéennes. Les moules en sont souvent victimes.
Ensuite, les toxines amnésiantes (du genre Pseudonitzschia) qui sont surtout produites en Bretagne Ouest et Sud, et en baie de Seine. Présentes dans plusieurs coquillages, elles provoquent nausées et maux de tête à faible dose et entraînent des effets neurologiques plus graves à dose plus importante.
Enfin, les toxines paralysantes (du genre Alexandrium), elles entraînent des fourmillements et des engourdissements à faible dose et à forte dose sont potentiellement mortels.
A ces constatations il faut encore ajouter le développement des cyano bactéries qui augmentent dans les rivières, les plans d'eau récréatifs et les barrages, et qui libèrent des toxines diarrhéiques.

Les stations d'épuration (STEP)

En vertu de la loi du 5 avril 1884, les communes ou des regroupements de communes au sein d'un établissement de coopération intercommunale sont responsables de la gestion de l'eau. Les usines de traitement des eaux potables et épurées, ainsi que leurs réseaux respectifs, fonctionnent d'une manière totalement indépendante.

Depuis le début du vingtième siècle, les systèmes d'assainissement des eaux usées urbaines consistent en réseaux de collectes raccordés à des stations d'épuration (STEP) qui dépolluent les effluents avant de les rejeter dans le milieu naturel. En contrepartie de cette purification, des boues sont systématiquement produites. C'est le résultat de l'activité biologique des micro-organismes dans un procédé qui transforme les matières transportées dans l'eau, pour les extraire.

Selon l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) environ 80% des ménages sont actuellement raccordés à un réseau d'assainissement. L'assainissement non collectif devra être contrôlé par le « Service Public d'Assainissement Non Collectif » (SPANC) avant 2012, avec obligation pour les particuliers d'effectuer les travaux dans les quatre ans à venir. Ce mode de collecte et de traitement des eaux concerne plus de 5 millions de logements sur un total d'environ 30 millions. Il est estimé que 50 à 75% de ces installations sont défectueuses (MEEDD). Les coûts de construction et mises aux normes s'étalent entre 3000 et 10 000 euros. Un éco prêt a été mis en place par les parlementaires dans la loi de 2009.

Il est clair que les quantités de boues vont augmenter. Avec une concentration spatiale de la production qui s'accroît ; la rareté des terres à une distance raisonnable des STEP risque de poser des problèmes.

Fort heureusement les boues sont potentiellement riches en matières fertilisantes, et en conséquence valorisables en agriculture. La matière sèche (MS) présente dans les boues contient, en moyenne 4 à 9% d'azote, 4 à 6% de phosphore sous la forme P2O5 et moins de 1% de potasse sous la forme K2O. Les boues épandues et enfouies dans le sol subissent en raison de la flore bactérienne une biodégradation qui conduit à la libération des éléments minéraux utiles aux plantes.

Dans ce chapitre nous ferons un succinct état des lieux des technologies concernant l'assainissement, puisque seules les eaux usées véhiculent des déchets.

Fonctionnement d'une STEP classique

L'objectif de l'assainissement est triple :

. Stabiliser les boues pour réduire les fermentescibles afin d'atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs.

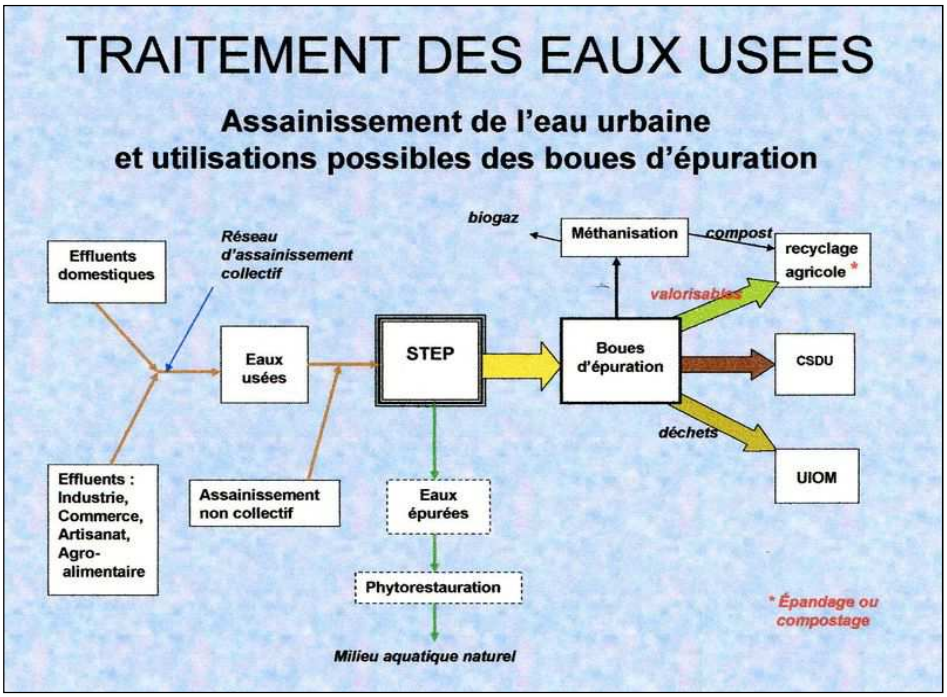
. Augmenter la siccité afin de réduire les volumes, faciliter le transport, diminuer les quantités à stocker et à épandre, améliorer les caractéristiques physiques notamment la tenue en tas.

. Hygiéniser les produits (voir illustrations dessous) utiles en agriculture en éradiquant des micro-organismes pathogènes.

Les stations d'épuration sont de capacités très diverses.

Il y a des systèmes de traitement simples : filtres à sable, filtres à sables plantés de roseaux, lagunes, décanteurs-digesteurs, mais certaines installations utilisent des technologies complexes.

Notre descriptif d'un traitement se limitera à la technologie la plus couramment utilisée dans les agglomérations, c'est-à-dire en milieu aérobic avec l'utilisation de bactéries en suspension. Le schéma ci-après illustre le processus de traitement des eaux dans une station d'épuration (STEP), suivi des destinations possibles des boues d'épuration en fonction des qualités et des débouchés des produits.

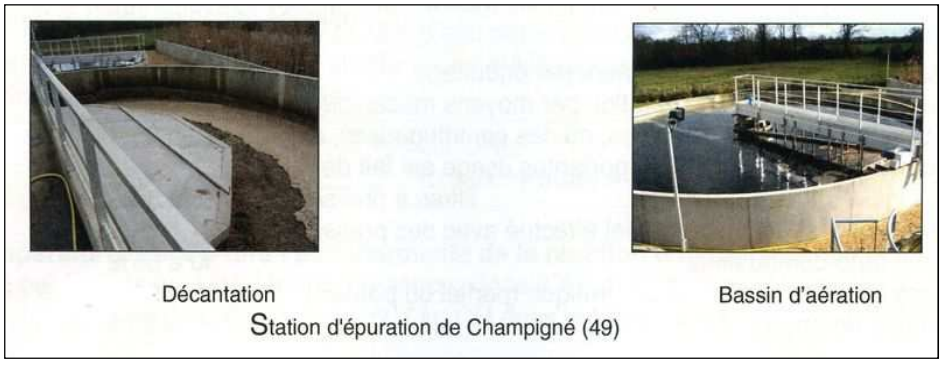


Le traitement des boues de station d'épuration (STEP)

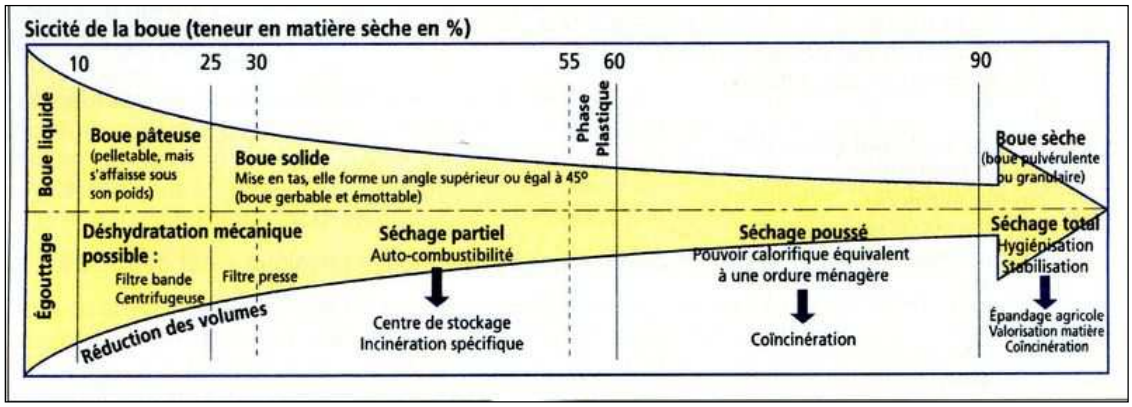
Les procédés techniques actuellement répertoriés sont :
- Physico-chimiques :
.. Par coagulation avec des sels minéraux (Fe, Al, Ca)
.. Par floculation par des polymères
.. Par flottation ou décantation
Ou
- Biologiques, par l'utilisation :
.. De lits bactériens
.. De bio filtres ou
.. Par des bactéries en suspension
Ces procédés subissent tous normalement un prétraitement « physique » par des opérations de :
. Dégrillage
. Dessablage et
. Déshuilage.

La séparation des boues par le lagunage naturel de l'eau

Le principe du lagunage consiste à envoyer les eaux usées dans des bassins en cascade, en général trois. Le processus d'auto épuration qui s'établit dans les bassins est dû principalement à des organismes vivants (algues, bactéries) qui prolifèrent et qui trouvent un équilibre selon les conditions du milieu.



Le premier bassin est un bassin de décantation, où sous l'action aérobique en milieu microbien les matières solubles et en suspension sont dégradées. Dans les bassins suivants la finition de l'épuration s'achève, en particulier l'abattement de la charge en azote et phosphates.
Plusieurs procédés sont regroupés sous le terme lagunage naturel :
- La station à microphytes (algues). Généralement, composée d'un ensemble de trois bassins.
- La station à macrophytes (roseaux, joncs, iris des marais...) se situe en position finale d'un système d'épuration.
- La station composite qui regroupe microphytes et macrophytes.
Pour l'aménagement de ces bassins, il est nécessaire de bien dimensionner et positionner les zones plantées afin de pouvoir aisément assurer le faucardage régulier des végétaux.
L'état des boues (Source : Ademe, GdF, Agence de l'eau Seine Normandie)
Avec un accroissement du degré de siccité la condition physique des boues est modifiée.
D'un état liquide (<10% de MS), elle devient pâteuse (10 à 25%), puis se solidifie (25 à 90%) en passant par une phase plastique entre 55 et 60%, et finalement, au-dessus de 90% elle devient pulvérulente ou granulaire.
Les techniques utilisées, en fonction de l'état des boues, sont indiquées dans le schéma ci-dessous, puis décrites sommairement.



Les techniques traditionnelles pour réduire les volumes des boues
Matières sèche (A titre indicatif)
(Limites variables selon auteurs)
. Boues liquides : épaississement par égouttage < 10%
. Boues pâteuses : déshydratation par moyens mécaniques
En utilisant des filtres à bandes, ou des centrifugeuses, du vide. 10 à 25%
Pour des installations plus importantes usage est fait de filtres à presses. 25 à 30%
. Boues solides : séchage partiel effectué avec des presses ou par auto-combustion. 30 à 55%
. Boues séchées : traitement thermique (partiel ou poussé) 55 à 90%
. Cendres de boues > 90%.

L'état de la boue à épandre (liquide, pâteuse, sèche, conditionné ou stabilisé) est fonction de sa valeur agronomique, mais aussi des conditions des terrains selon qu'ils sont plans, en pente, drainant, voire exposés à l'érosion gravitaire. L'odeur dégagée est un facteur qui peut influer sur le choix de la forme du produit à utiliser.
Si ces techniques ne garantissent pas l'obtention d'un produit de qualité, ou si une méthanisation n'est pas économiquement justifiable, il n'est plus valorisable et il ne reste plus qu'un choix entre enfouissement en CSDU ou incinération en UIOM.



Le chaulage

Les boues chaulées sont utilisées pour réduire l'acidité de sols trop acides.

La chaux vive réagit avec la boue humide d'autant mieux que le mélange est homogène.

L'oxyde de calcium (CaO) réagit avec 32% d'eau par rapport à son propre poids, ce qui permet une augmentation importante de la siccité et une élévation de température.

Le principe du chaulage est basé sur :

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 1{,}1\ kj/kg\ CaO$$

(chaux vive) + eau ⟶ (chaux hydraté) + (chaleur)

. La température, c'est-à-dire l'exo thermicité de la réaction d'hydratation de la chaux vive ;

. Le pH, basé sur la basicité liée à la présence d'ions (OH) dans la chaux hydratée.

1 kg de CaO génère 0,607 kg OH dans la boue traitée.

Le séchage thermique

A partir d'une consistance de 55 à 60% de matière sèche, les boues deviennent très visqueuses, ce qui peut entraîner parfois des préjudices à l'installation.

Le séchage est un transfert de masse par la chaleur visant à évaporer l'eau.

L'apport d'énergie peut se faire selon les procédés physiques habituels par (voir réf.22) :

. Rayonnement

. Convection (sécheurs directs)

. Conduction (sécheurs indirects)

Les sécheurs indirects

Il s’agit de la transmission de la chaleur à travers une paroi.
Une diversité de matériels existe :
Sécheurs à malaxeurs (ou palettes), à disques, à tambours rotatifs, à plateaux chauffés, sous vide, ainsi que divers systèmes pour des boues disposées en fines couches sur un cylindre chauffé.
L’humidité, puis les hydrocarbures légers sont aspirés. L’épaisseur des boues risque de produire la casse du matériel. Par conséquent, l’entretien du matériel est important.
Les sécheurs directs
Les éléments constitutifs d’un certain nombre de ces équipements sont quasi identiques avec ceux des sécheurs directs, sauf que la chaleur n’est pas transmise par la paroi mais par une circulation d’air chaud.
Il existe aussi, des sécheurs à lit fluidisé, atomiseurs (la boue est dispersée par un injecteur).
Séchage indirect (par conduction) Séchage direct (par convection)

Les avantages

. Quantité de gaz à épurer faible. Conception simple
. Buées condensables. Souplesse d’adaptation aux
.Traitement aisé des odeurs variations de siccité des boues.
. Risque d’explosion et d’inflammation faible. Capacités importantes
. Possibilité de brûlage des gaz produits

Les inconvénients

. Construction du matériel compliqué. Taille importante des installations
. Usure importante/ Maintenance accrue. Quantité importante d’humidité à épurer
. Inertie thermique. Rentabilité faible pour les petites installations.

Valorisation des boues STEP de « Cité Champagne », sous forme de granulés pour épandage agricole :

Les boues sont collectées et transférées vers deux centrifugeuses qui assurent une première déshydratation ;





Elles sont ensuite dirigées vers un séchoir thermique (à gauche) qui termine la déshydratation. Finalement elles sont transformées en granulés puis conditionnées dans des sacs de stockage.







Les sécheurs mixtes
Des équipements 'Conducator + Convectif'' ou 'Radiatif + Convectif' existent.
Les avantages, Les inconvénients
. Meilleure efficacité thermique.
. Les lits plantés de roseaux (lits à macrophytes ; le processus sera amplement décrit dans la section sur la phytorestoration ou phytoremédiation)
. Le séchage solaire,
. Le procédé mycélien (l'oxydation des matières organiques de la boue, sous forme de gaz et d'eau par des champignons),
. Durée de traitement réduite importante,
. Produit sec pas obligatoirement recyclé. Taille importante des installations du traitement des odeurs.

Quel type de traitement adopter ?
Actuellement, les collectivités disposent d'un grand nombre de procédés traditionnels pour concentrer et stocker les boues. Cependant, l'on observe depuis une quinzaine d'années un engouement pour des techniques innovantes, plus écologiques, mais également moins consommatrices en énergie et réactifs. Sans être exhaustif, il faut citer :
Le lombricompostage (transformation de la boue en humus par des vers).
Pour les ***deux premières méthodes*** *?, de nombreuses références existent pour amplement apprécier leurs performances. Les systèmes plantés séduisent par leur aspect paysager ;*
Quant au séchage solaire, il fait appel à une énergie renouvelable et gratuite.

- **Le séchage solaire**



(Source : Ademe)

Cette technique empruntée aux industriels céréaliers est désormais appliquée au séchage des boues urbaines pour des capacités de stations allant de quelques milliers à plus de 200.000 équivalents habitants (EH).
Ce procédé consiste en un ensemble de serres qui en piégeant le rayonnement solaire permet d'évaporer l'eau interstitielle contenue dans les boues.

Lorsque les conditions climatiques sont défavorables (pluie et froid), il permet de les stocker.
Plusieurs systèmes ont été développés pour améliorer l'évaporation en faisant appel à :
. La ventilation forcée
. Le retournement automatisé
. Le chauffage de l'air ambiant, ou du radier, sur lequel la boue est entreposée.
Ce dernier dispositif n'est proposé que pour des installations ou la possibilité de recycler de la chaleur issue d'autres procédés existent.
Ce système a de bonnes performances équivalentes à celles d'un chauffage thermique poussé (siccité finale entre 60 et 70%), et ce à un moindre coût en investissement et en coûts de fonctionnement.
Il existe néanmoins une contrainte : le chargement et l'étalement des boues requièrent un état pâteux, nécessitant une étape de déshydratation au préalable.

L'oxydation des boues par voie humide

Cette technique est utilisée depuis plus de 40 ans aux Etats-Unis. Elle commence à être reconnue en Europe comme une voie alternative de traitement.

Les boues liquides, simplement épaissies, sont oxydées par voie humide à 40 bars, et 240° C, avec un apport d'oxygène pur afin de faire disparaître, sans émissions de fumée, une grande partie des composants organiques.

Destination des boues

L'Utilisation des composts de boues :

. En grande culture
. En culture fruitières et légumières
. En sylviculture
. Végétalisation
. Production de pelouses en plaques

La réglementation pour l'épandage :

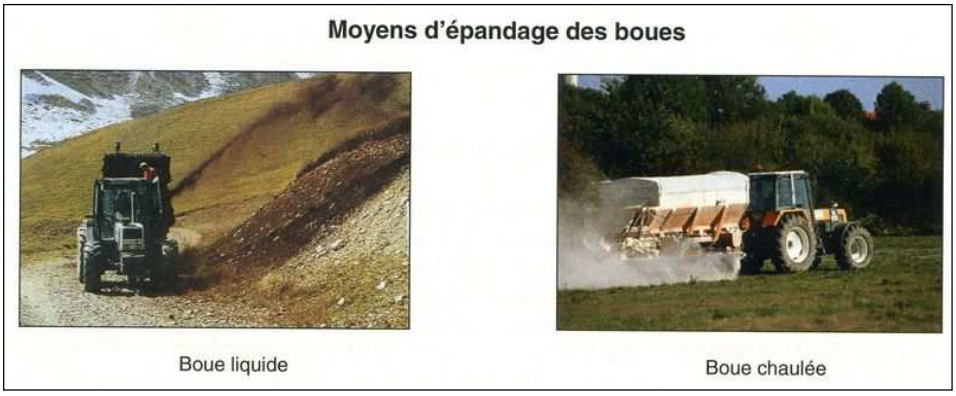
Il est important de signaler qu'il n'existe aucun dispositif qui contraint ou qui incite des agriculteurs qui disposent des terres avec des capacités épuratives disponibles, à épandre des boues d'épuration. Par ailleurs, la taxe générale sur les activités polluantes instaurée sur les CSDU et UIOM n'est pas redevable pour l'épandage.

Le choix des agriculteurs d'accepter ou de refuser une demande d'épandage relève strictement d'un arbitrage entre un moindre coût pour la fertilisation de la terre, ou un avantage concurrentiel hors coût qui repose sur des critères de qualité Labels, AOC, bio, etc.…et qui exclue l'utilisation de boues pour la renommée des produits.

Directive européenne

La Directive no.86/278/CEE relative à l'épandage des boues fait partie des Directives Européennes sur l'environnement visées par la conditionnalité (au même titre que les directives « nitrates, habitat, oiseaux et eaux souterraines »). Cette directive s'applique aux boues d'épuration de stations urbaines ainsi qu'à celles issues des industries agro-alimentaires.

Dans le cadre de la conditionnalité de la PAC, il est exigé depuis le 1er Janvier 2005, que l'exploitant agricole dispose d'un contrat le liant au producteur des boues. Ce contrat doit obligatoirement mentionner la liste des parcelles concernées par l'épandage, ainsi que le numéro de l'arrêté préfectoral d'autorisation ou du récépissé de déclaration ou à défaut une copie de la lettre du service de police de l'eau au producteur des boues, indiquant que les pratiques d'épandage mises en œuvre respectent les prescriptions prévues par la réglementation nationale.



Les inconvénients de l'utilisation des boues d'épuration

. Pollution possible de la nappe phréatique.
. Aérosols et odeurs.
. Survie des germes pathogènes.
. Attente de six semaines avant mise à l'herbe des animaux sur prairies.

. Interdiction en cultures maraîchères.
Pour l'épandage des boues pelletables et sèches,
. Les micro-organismes pathogènes et métaux lourds sont dans les cendres les plus concentrés.

Les inconvénients liés au compostage

. Besoin d'espace supplémentaire en station.
. Le compostage de boues pâteuses seules est coûteux. Dans pratiquement toutes les installations existantes, les boues sont traitées avec d'autres substrats comme les sciures, les copeaux, les déchets verts, la paille, ou les déchets ménagers. … qui leur donne les propriétés d'un amendement organique.
Les inconvénients de la mise en décharge :
. Impacts environnementaux possibles : odeurs, nuisibles, organismes pathogènes...

Destination

En fonction du traitement qu'elles ont subi les boues pourront être stockées, incinérées ou co-incinérées.

La « phytoremédiation » par les plantes

La technique plus spécifiquement appelée phytofiltration (ou rhizofiltration) élimine ou contrôle les contaminations de l'eau à travers des plantes. Les contaminants sont absorbés ou adsorbés par les racines en milieu humide.

L'Unité de traitement de l'eau d'Honfleur

Description

La phytorestauration s'appuie sur l'utilisation des plantes aquatiques comme agent de dépollution pour résoudre des problèmes écologiques induits par l'activité humaine.
Cette « phytotechnologie », nommée phytorestauration (ou phytoremédiation), est soutenue par plusieurs grands programmes de recherche à travers le monde depuis les années 90. D'un côté, elle permet de nettoyer et de préserver les ressources essentielles que sont l'eau, les sols et l'air sur une zone, et de l'autre, elle recrée un théâtre de verdure, aux bienfaits visibles sur le paysage et la biodiversité, agréable à vivre pour les habitants mais également avantageux sur le plan économique.



A la sortie d'une station d'épuration, la qualité de l'eau peut être améliorée par la phytofiltration

Station d'épuration d'Honfleur

A chaque type de pollution correspond une combinaison savante d'écosystèmes aquatiques et de différents substrats (pouzzolane, sable). Filtres plantés, bassins à macrophytes, forêt humide, permettent d'associer les capacités épuratoires naturelles des végétaux supérieurs, micro-organismes et divers substrats. Plusieurs centaines de plantes utiles ont été recensées dans le monde : roseaux, typha, saule, iris, etc. stimulant ainsi la biodiversité. En poussant, elles vont absorber les éléments qui leur sont nécessaires (cuivre, zinc, phosphore, azote, carbone...), apporter de l'oxygène, ce qui va décomposer les polluants organiques (phytodégradation), ou encore fixer certains polluants plus toxiques. Du coup, les applications sont quasiment sans limites. On peut traiter des eaux usées des communes, des rejets industriels qui vont traverser les plantations, ou même créer des piscines naturelles, filtrer des eaux pluviales…

L’enracinement du végétal doit être au même niveau de profondeur que la pollution à éliminer dans le sol !

Les plantes actives

Le typha

C’est une plante très résistante qui peut être utilisée pour les cas de pollution les plus désespérés. Elle est capable de dépolluer des eaux usées très polluées à la limite de l’asphyxie (lisiers, eaux de décharges). Elle est très performante dans les milieux à la limite de l’anoxie (peu d’oxygène). Elle biodégrade très bien les produits pétroliers, les composés chlorés, et résiste à tout : métaux lourds, sels, …

Le carex

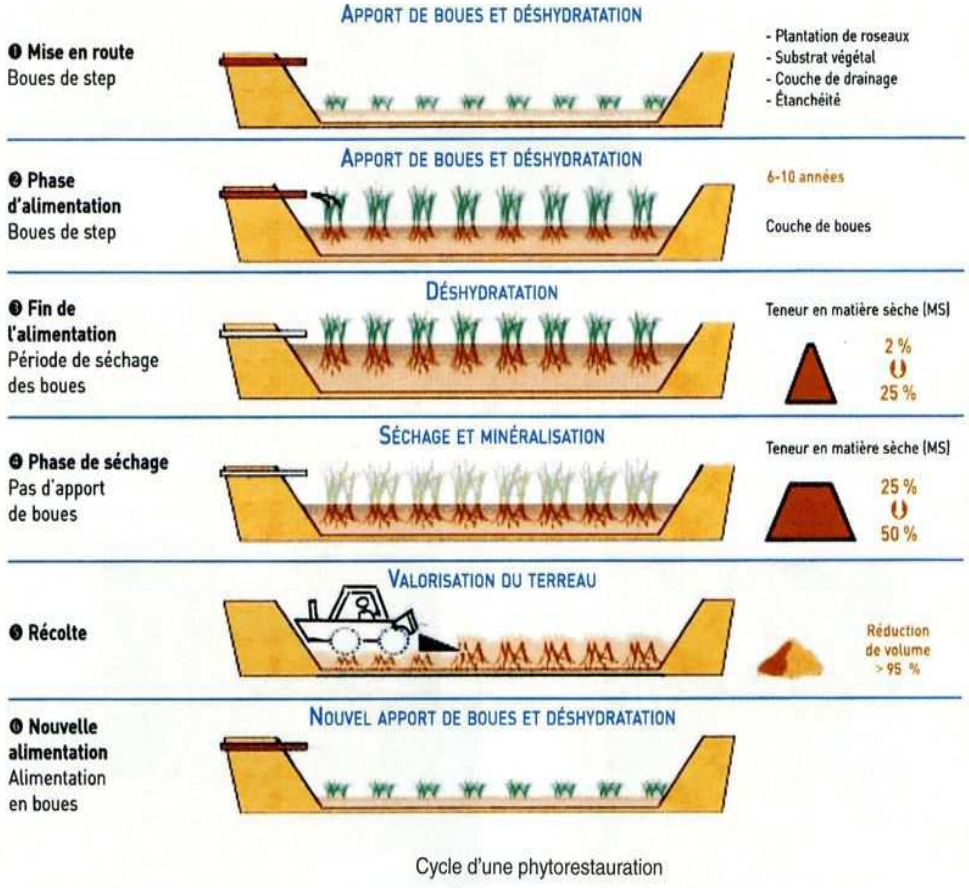
C’est une plante particulièrement performante en phytorestauration : ses racines acides, actives toute l’année, sont efficaces contre la plupart des germes et des virus (désinfection) et piègent la plupart des métaux lourds. Le carex regroupe plus de 2000 espèces réparties dans de nombreuses régions à travers le globe. Peuvent être utilisés pour traiter les eaux, les sols (même radioactifs) ou l’air pollué.

Le roseau

C’est la plante filtrante la plus utilisée au monde pour dépolluer les eaux usées que cela soit sous forme de filtre alluvionnaire végétalisé ou sous forme de bassins plantés : transportant de l’oxygène pur dans ses rhizomes, elle est très performante pour traiter les charges organiques. Elle est maintenant aussi utilisée pour traiter les boues urbaines.

Le saule

C’est la plante idéale pour la phytoremédiation et la phytorestauration : ses racines structurent le sol et favorisent la dégradation des polluants - eaux usées, lixiviats de décharge, eaux pluviales, sols et air. Elle est souvent utilisée pour la phytoextraction des métaux lourds (dépollution des sols). Elle permet aussi l’évapotranspiration des effluents pour éviter les rejets à l’extérieur d’un site traité.



Cycle d’une phytorestauration

Intérêt du procédé
Le procédé s'inscrit dans une optique de développement durable et atteint des normes de rejet en avance sur la réglementation française et les directives européennes : alors que les normes européennes exigent 30 mg/l de matières en suspension, l'eau dépolluée de cette station est rejetée avec seulement 3mg/l, ce qui est une véritable réussite.
Il présente un triple intérêt :
La mise en place d'un système très efficace et naturel de traitement des odeurs avec une serre plantée sur lit de tourbe.
Le traitement des boues d'épuration par les roseaux avec un système ingénieux de récupération des jus d'égouttage qui sont réinjectés dans les boues activées des bassins d'épuration. Les boues sont ensuite transformées en terreau par association avec des déchets verts.
L'affinage des eaux issues de la station dans des bassins de filtration plantés avec des variétés choisies pour leur pouvoir d'absorption des différentes matières à épurer.

Honfleur :


Serre désodorisation


Bassin


Rejet eau piscicole

Cette station présente de surcroît un aspect agréable de parc végétal et naturel bien intégré dans un site sensible. Le surcoût par rapport à un établissement classique est de l'ordre de 13% ce qui n'est pas rédhibitoire compte tenu des résultats obtenus. Sa superficie n'est pas non plus exagérée si on considère qu'elle se suffit à elle-même : hormis la récupération des produits du dégrillage, il n'y a besoin d'aucun autre équipement extérieur (ni incinération des boues, ni épandage,….) L'eau rejetée est de qualité piscicole, voire de baignade !!!!


Rhizosphère Champigné


Jardins filtrants Escamps

Ces jardins paysagers peuvent être ouverts au public.

La vitrine de Vezins
Cette nouvelle station d'épurations des eaux usées a été mise en service en début 2008. Elle se présente sous la forme d'un parc de trois hectares comprenant :
3 bassins distincts filtrants, chaque de 960 m2 plantés de roseaux,
3 lagunes de 4 000 m2, et une jeune bambouseraie d'environ 11 000 m2.

Les eaux usées sont d'abord filtrées grossièrement par les roseaux puis décantées dans les bassins de lagunage, puis dirigées vers la bambouseraie qui joue un rôle de dépolluant complémentaire.
D'autres stations ont été mises en place sur d'autres sites en Champagne pour des exploitations vinicoles, et pour l'industrie agro-alimentaire.
Pour l'heure, le concept serait difficilement exploitable pour de grandes villes. Cette structure est par contre relativement bien adaptée aux petites stations de traitement des eaux usées pour des villes petites ou des entreprises privées.
Une station BAMBOU-ASSAINISSEMENT® à maturité fournit 20 à 40 tonnes de matière
sèche /ha/ an ce qui représente approximativement 10 à 20 tonnes /ha/an de CO2 piégé, et peut rentrer dans un processus de valorisation de la biomasse.
Les coûts d'exploitation sont réduits pour des performances de traitement comparables à celles des installations classiques, mais elles nécessitent de grands espaces.

Réalisation Société Phytorem



Bassins de roseaux et de lagunage

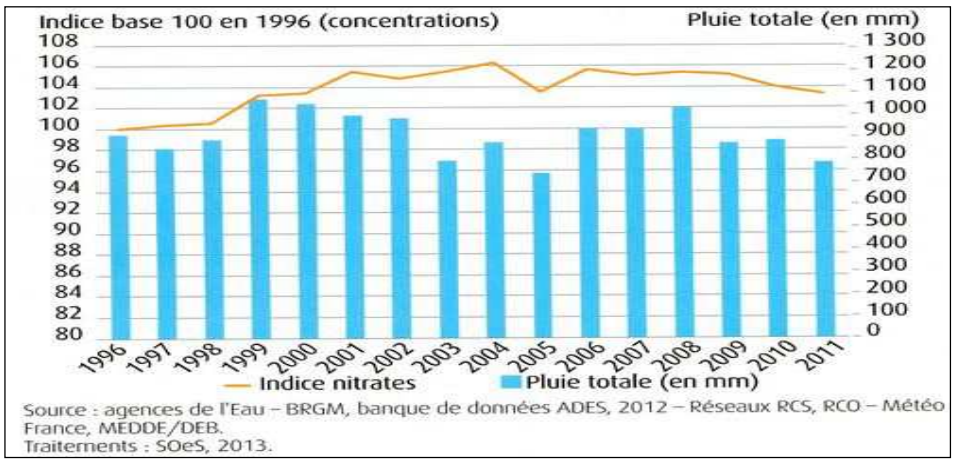


Traitement des eaux usées par aspersion sur la bambouseraie

La phytoremédiation en Suède avec des saules
Les systèmes de phytoremédiation basés sur le taillis à courte révolution du Saule ont permis d'éliminer avec succès les composantes dangereuses contenues dans divers déchets à Enköping, une ville d'environ 20 000 habitants dans le centre de la Suède, et d'utiliser les éléments nutritifs et l'eau pour la production de biomasse.
Les peuplements en régime de taillis à courte révolution peuvent non seulement nettoyer les sites pollués en absorbant des quantités considérables de métaux lourds comme le cadmium, mais aussi retenir des volumes élevés d'éléments nutritifs dans le système sol-végétaux.
Le taux élevé d'évapotranspiration et la tolérance des racines des saules aux inondations permettent des taux d'irrigation élevés. Lorsque la biomasse est brûlée, le cadmium et les autres métaux lourds resteront dans les cendres et devront faire l'objet d'attention pour éviter qu'ils ne retournent dans les terres agricoles.
A l'heure actuelle, il existe environ 20 sites où les lixiviats de décharges sont utilisés pour irriguer des taillis de saules à courte révolution dans des champs irrigués au goute à goutte ou par aspersion.
Actuellement environ16 000 ha de saules sont plantés en Suède dans des systèmes de taillis à courte révolution, consistant principalement en clones et hybrides de Salix viminalis, S.dasyclados et S.schwerinii.

La pollution des eaux souterraines
Les nitrates sont, avec les pesticides, les polluants les plus détectés au sein des eaux souterraines de la métropole. Entre 1996 et 2004, les concentrations en nitrates dans les nappes augmentent puis se stabilisent. Les fluctuations d'un an sur l'autre sont étroitement liées à la pluviométrie, plus faibles les années sèches, comme en 2005. La baisse de l'indice observée depuis 2009 peut être aussi associée aux faibles précipitations. Le nombre des points d'eau avec une teneur en nitrates supérieure à

10mg/l, signe d'une contamination induite par les activités humaines, est en augmentation. La part des points présentant de fortes teneurs -supérieures à 40 mg/l- semble néanmoins se stabiliser vers 5% depuis 2004, même si de fortes disparités régionales existent.



Concentration en nitrates dans les eaux souterraines

Le traitement des eaux souterraines polluées

- ***Ecrémage sélectif "Skimming", "Bioslurping"*** — Le procédé de pompage-écrémage consiste à créer une dépression à la surface de la nappe et de pomper séparément les deux phases : flottants et eau, de la zone polluée.
  Le long du cône de dépression, les substances flottantes s'écoulent par gravité vers un puits de rabattement, où les flottants sont écrémés par des moyens mécaniques vers des unités de stockage en surface.

  L'eau de la nappe souvent polluée, est pompée pour traitement.

- ***"Air sparging" et "stripping" dans la nappe phréatique*** — La technique consiste à envoyer un gaz, le plus souvent de l'air sous pression dans la zone saturée. Les bulles formées stimulent la biodégradation des polluants en milieu liquide. Des variantes associent à l'injection de gaz, de l'eau oxygénée ou du peroxyde d'hydrogène.

- ***La barrière hydraulique dans la nappe phréatique*** — Le procédé consiste à retenir une pollution à l'endroit où elle s'est répandue. **Une barrière imperméable** est placée perpendiculairement au courant de la nappe. L'ouvrage mis en place est une installation fixe. La migration de la pollution est ainsi freinée.

Variante : L'installation d'une barrière perméable réactive avec processus biologique ou chimique est également possible.

- ***"Pump and treat"*** — C'est une opération d'extraction des polluants de la nappe phréatique. L'eau est pompée et mise en contact avec de l'air dans une tour d'aération ; une opération de "stripping" .
  Lors de ce contact, les composés volatiles contenus dans l'eau sont extraits et passent à l'état gazeux. L'air chargé de polluant est ensuite purifié, et l'eau peut éventuellement être traitée sur du charbon actif afin d'éliminer les polluants par adsorption.

- ***La désorption thermique*** — C'est l'application de chaleur dans un four mobile à des températures variant entre 150 et 540°c.
  Le chauffage permet la désorption de polluants, et l'augmentation de la tension de vapeur, des composés peu volatiles, facilitent leur extraction en phase gazeuse.

  Des dé-sorbeurs à chauffage directs ou indirects, à vis, rotatif, à chauffage mixte, ou à tapis font partie des matériels utilisés pour ces opérations.
  Lorsque les quantités à traiter sont supérieures à 25 000 tonnes, pour des terres à réutiliser sur place, ce traitement est financièrement plus avantageux à appliquer sur site, que hors site.

La féminisation des poissons mâles dans les estuaires des rivières




(Source Onema - Office National de l'Eau et des Milieux (Réseaux) Aquatiques)

La faune aquatique victime de la pollution.

De nombreuses études rapportent des cas de « féminisation » d'individus mâles d'espèces de poissons d'eau douce et d'estuaires. Mise en cause, la présence de perturbateurs endocriniens dans les milieux aquatiques.

Concrètement c'est l'apparition plus ou moins marquée de caractères sexuels femelles dans les testicules des mâles. Ce phénomène engendre la réduction de la fertilisation voire l'infertilité dans les cas les plus sévères. Ces effets observés au niveau individuel peuvent entraîner des effets irréversibles au niveau d'une population et ce pour des niveaux d'exposition rencontrés dans l'environnement.

Une étude expérimentale d'une durée de sept ans conduite à l'échelle d'un lac, dans une région de l'Ontario, a mis en évidence que l'exposition chronique de têtes-de-boule - poissons de la famille des cyprinidés - à de faibles concentrations d'une hormone de synthèse l'éthynyl-oestradiol (entre 5 et 6 ng/l) pouvait conduire à la féminisation des mâles de cette espèce de poissons, et à la quasi extinction de la population exposée.

L'évaluation des risques est compliquée du fait que l'état de contamination et de perturbation des cours d'eau est très mal connu ; les données d'exposition souvent manquantes. Compte tenu des incertitudes il y a besoin de recherche dans ce domaine, car les effets paraissent terribles !

- Les perturbateurs endocriniens

Selon la définition de l'Union européenne, un perturbateur endocrinien est « …une substance ou un mélange exogène altérant les fonctions du système endocrinien qui induisent des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou sous-populations ».

Ces produits sont des substances d'origines multiples.

Depuis le début des années 1990, les perturbations endocriniennes sont au cœur des préoccupations de la communauté scientifique internationale. Les experts cherchent à mieux connaître les dangers et à évaluer les risques associés.

Le système endocrinien est impliqué dans de nombreuses fonctions régulatrices de l'organisme. Le champ d'action des perturbateurs endocriniens est vaste. Ils peuvent interférer depuis la synthèse des hormones jusqu'à leur élimination en passant par le transport des molécules et leur mécanisme d'action.

Chez l'homme, les pathologies les plus fréquemment évoquées sont des atteintes à la fertilité masculine ou féminine, des atteintes au développement d'organes et des cancers. Mais ces effets sur la santé humaine sont sujets à controverse.

Potentiellement, de nombreux polluants présents dans l'environnement peuvent engendrer des perturbations endocriniennes. Ainsi, parmi eux figurent les hormones « naturelles », les substances à activité hormonale de synthèse, certains médicaments à usage humain et vétérinaire - antibiotiques, analgésiques… - et une

pléthore de substances chimiques - agents ignifuges bromés, plastifiants, détergents, herbicides, pesticides…
Dans le cadre de la « Stratégie communautaire concernant les perturbateurs endocriniens », la Commission européenne a constitué une liste de 60 substances prioritaires parmi plus de 550 suspectées de perturber le système endocrinien. Une étude sur la réglementation a montré que la majorité de ces substances prioritaires étaient déjà soumises à des interdictions ou prises en compte dans des réglementations européennes pour des raisons autres que leur potentiel de perturbation endocrinienne.
De la même façon, 21 substances sur les 33 notifiées en 2001 dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau ont été identifiées comme perturbateurs endocriniens potentiels.
La qualité de l'eau et des milieux aquatiques est au cœur des enjeux sanitaires et environnementaux : la Directive cadre sur l'eau (DCE, 2000/60/CE), impose aux Etats membres le bon état des eaux d'ici 2015 et la réduction, voire la suppression des émissions des substances qu'elle classe comme prioritaires (par exemple le plomb, le mercure…) d'ici 2021.
Pour lutter contre la contamination des milieux aquatiques par des micropolluants, le ministère en charge de l'écologie a lancé un plan national d'action sur la période 2010-2013.
Le plan national prévoit le renforcement de la veille prospective à l'égard des contaminations émergentes. A partir de 2011, des campagnes exploratoires ponctuelles dans les eaux souterraines et les eaux superficielles seront lancées en prenant en compte des substances telles que les médicaments.
Le plan prévoit une réduction drastique des rejets de micropolluants organiques et minéraux dans les masses d'eau par les divers exutoires ponctuels et diffus.
L'état des lieux pour la Directive Cadre Eau donne les premières indications sur l'occurrence de certains polluants et sur l'ampleur de la contamination dans les différents bassins hydrographiques. Cependant, si la connaissance de la contamination des milieux aquatiques s'est améliorée, la connaissance relative aux performances de traitement des stations d'épuration vis-à-vis de ces substances reste insuffisante. La recherche de quelques nano grammes de ces micropolluants dans des matrices environnementales complexes est très délicate et coûteuse.
La maîtrise des risques liés aux résidus de médicaments qui préoccupent les scientifiques, le public et les autorités publiques depuis plusieurs années est un engagement du Grenelle de l'environnement, et une des actions-phares du Plan national santé-environnement 2 (PNSE2). C'est la mise en place d'un plan national sur les résidus médicamenteux dans l'eau (PNRM). L'objectif est d'améliorer la connaissance et de réduire les risques liés aux rejets de médicaments dans l'environnement.

- Le comité de pilotage a proposé deux axes d'actions :
. L'évaluation des risques environnementaux et sanitaires grâce à un renforcement des connaissances, et
. La gestion de ces risques potentiels par la mise en place de stratégies visant à réduire les sources de pollution et à renforcer la surveillance.
La pollution de ces écosystèmes est un problème majeur tant pour la population, utilisatrice des ressources en eau, que pour la faune et la flore pour lesquelles l'eau représente le milieu de vie.
Depuis quelques années, les scientifiques se penchent sur un certain type de pollution : les polluants émergents. Ils représentent en effet des risques potentiels ou avérés à court et long termes pour les écosystèmes. Contrairement à ce qu'indique leur dénomination, ils ne sont pas nouveaux mais nouvellement recherchés. Diffusés depuis un certain temps dans l'environnement, leur présence et leur impact n'ont été identifiés que récemment. Ce sont souvent des polluants d'origine chimique qui n'ont

pas encore de statut réglementaire. Antibiotiques, stéroïdes, hormones, détergents, produits phytosanitaires, cosmétiques… qui sont connus ou suspectés d'être des perturbateurs endocriniens, entre autres. Les données disponibles aujourd'hui sur ces substances sont rares et largement insuffisantes. Leur dispersion, leur interaction, leur transfert dans les milieux sont encore méconnus. L'analyse des polluants émergents dans l'eau est pourtant fondamentale pour la protection de la santé et des écosystèmes et pour améliorer l'efficacité des traitements (procédés d'épuration…).

- Des polluants encore méconnus

Ces polluants émergents sont de nature chimique ou biologique. Ils peuvent être d'origine industrielle, agricole, domestique ou naturelle. Deux grandes voies d'entrées dans l'environnement ont été identifiées par la recherche : les sources ponctuelles (rejets de stations d'épuration, d'assainissement non collectif, d'hôpitaux, d'industries) ou diffuses (épandage de fumier, de lisier, de boues…). Une fois émises dans l'environnement, ces substances peuvent être transférées dans les eaux de surface et souterraines. Actuellement, les connaissances sur l'état de contamination des différents compartiments de l'environnement sont faibles. De plus, une fois présents dans l'environnement, ces polluants subissent différentes transformations. Les polluants parents vont disparaître au profit de photo-produits ou métabolites. Leurs comportements environnementaux et leurs profils éco- toxicologiques sont alors très différents de ceux des molécules parents, ayant subi de véritables modifications structurales.

De ce fait il est difficile de connaître la persistance ou la dégradation des polluants émergents dans l'environnement. Leur comportement est très variable, leurs propriétés physico chimiques sont très différentes d'une substance à une autre, et leur réaction est peu prévisible. Il est pourtant nécessaire d'identifier, de détecter et de déterminer le potentiel toxique et écotoxique des polluants dans des environnements variés mais aussi dans les mélanges variables. La contamination environnementale est souvent composée d'un mélange complexe de molécules à faible dose.

Selon les dernières données publiées par la Commission européenne en mars 2010 environ 21% des eaux superficielles et 41% des eaux souterraines de métropole sont en mauvais état chimique au regard des critères fixés dans la loi cadre sur l'eau. De nombreux contaminants, tels que les pesticides, les métaux lourds, ou encore les médicaments sont susceptibles d'avoir une action toxique à des concentrations infimes, de l'ordre du microgramme par litre d'eau, d'où leur dénomination « micropolluants ». Pour lutter contre cette contamination des milieux, le ministère en charge de l'écologie a lancé un plan national d'actions sur quatre ans.
Face au nombre considérable de substances potentiellement présentes dans les eaux – plusieurs dizaines de milliers – l'urgence est de définir celles à étudier ou à surveiller en priorité. La liste des micropolluants prioritaires devra à la fois répondre aux obligations réglementaires fixées par la directive cadre sur l'eau et prendre en compte de nouvelles substances non réglementées à ce jour, telles que les médicaments.

- Des techniques d'analyses en développement

L'évaluation de la qualité des eaux, la mesure de la contamination des écosystèmes aquatiques et de son évolution sont aujourd'hui réalisées principalement par la mesure de la concentration de substances prioritaires (définies dans le cadre de la directive sur l'eau). Mais les techniques d'analyses atteignent leurs limites dans le cas de faibles concentrations des polluants et de mélanges. Les mélanges de polluants peuvent représenter plus de 10.000 molécules dont certaines à l'état de traces. Leur diversité, la complexité de leurs modes d'actions sur un organisme entier, la capacité

de certains polluants à agir à de très faibles concentrations sur la santé augmentent la difficulté d'appréhender les risques liés aux polluants émergents.
De nouvelles techniques de mesures sont en cours de développement dans le domaine des polluants émergents. Mais beaucoup d'entre elles sont encore au stade de développement et pas encore validées.

Les recommandations de l'Académie Nationale de Pharmacie
Nous les reproduisons intégralement
- Médicaments et environnement (Sept 2008, document de 103 pages)
L'Académie nationale de Pharmacie rappelle que les médicaments apportent une contribution majeure à l'amélioration de la santé des populations humaines et à l'accroissement de l'espérance de vie ainsi qu'à la qualité des soins mais, alertée par les publications scientifiques nationales et internationales, elle exprime sa préoccupation sur les conséquences environnementales de leur utilisation humaine, mais aussi animale.
- Constat de la contamination
Grâce aux progrès de l'analyse physico-chimique, la présence de traces de substances médicamenteuses et de leurs dérivés ou métabolites a été largement établie à l'échelle mondiale en particulier dans les eaux superficielles et souterraines, dans les eaux résiduaires, dans les boues des stations d'épuration utilisées en épandage agricole et dans les sols. Ces résidus s'ajoutent aux nombreuses substances non médicamenteuses liées aux activités humaines, également présentes dans l'environnement telles que les produits phytosanitaires, détergents, hydrocarbures, métaux, etc.
Selon les substances médicamenteuses et les différentes catégories d'eau, les concentrations retrouvées varient dans une gamme allant du nano gramme par litre dans les eaux superficielles douces ou marines, les eaux souterraines et les eaux destinées à la consommation humaine, jusqu'au microgramme, voire à plusieurs centaines de microgrammes par litre dans les effluents et les eaux résiduaires, avec des variations spatio-temporelles dépendant des activités humaines. La situation est très inégale selon les pays en fonction de leur développement socio-économique, de l'accès de leurs populations aux soins et de leurs réglementations.
Deux catégories de sources d'émission peuvent ainsi être identifiées :
- les sources d'émissions diffuses consécutives aux rejets de substances médicamenteuses et de leurs dérivés dans les urines et les fèces de la population humaine et des animaux de compagnie et d'élevage ou aux déchets des usagers,
- les sources d'émissions ponctuelles liées aux rejets de l'industrie chimique fine, de l'industrie pharmaceutique, des établissements de soins, des élevages industriels animaux et piscicoles ou aux épandages des boues de stations d'épuration. Les rejets des établissements de soins représentent une situation particulière en raison du nombre de malades traités, de la quantité et de la diversité des médicaments utilisés notamment des anticancéreux, des anesthésiques, des antibiotiques, des produits de diagnostic, de contraste ou des produits radioactifs.
- Origines de la contamination
La présence de résidus de substances médicamenteuses dans les eaux est liée à des rejets émis tout au long de leur cycle de vie depuis la fabrication des principes actifs ou des spécialités pharmaceutiques, leur utilisation en milieu hospitalier ou ambulatoire, leurs utilisations vétérinaires ou nutritionnelles à des fins d'élevage animal, y compris la pisciculture, jusqu'à la gestion des médicaments de l'armoire à pharmacie des particuliers, à la collecte et la destruction des médicaments non utilisés (MNU).
Cette présence dans les différents compartiments de l'environnement résulte d'un ensemble de caractéristiques propres à chaque substance : quantité fabriquée, métabolisation chez l'homme et l'animal, propriétés physico-chimiques et

biodégradabilité de la substance et de ses métabolites dans l'eau, les sols et les chaînes alimentaires.
- Les difficultés de l'évaluation des risques correspondants
Pour procéder à l'évaluation qualitative et quantitative des risques d'une substance, il faut disposer de trois catégories de données : sa nocivité intrinsèque, la connaissance des relations dose/effet et l'estimation des expositions, s'agissant aussi bien des populations humaines que des écosystèmes.
La nocivité intrinsèque pour l'homme des substances médicamenteuses est assez bien connue dans le cadre de leur utilisation, c'est-à-dire à des doses thérapeutiques. Toutefois les effets de faibles doses sur des périodes longues, en mélanges avec d'autres substances médicamenteuses ou non, sont mal connus et particulièrement difficiles à étudier. On sait que certaines substances médicamenteuses peuvent avoir un impact significatif sur la flore et la faune, notamment en matière d'antibiorésistance ou de modulation endocrinienne qui peuvent survenir à doses faibles. Cependant de tels impacts écologiques, à faibles concentrations et surtout en association ont été insuffisamment évalués à ce jour.
L'éventualité de risques sanitaires pour l'homme, dus à l'exposition des populations aux résidus de substances médicamenteuses, n'est pas encore suffisamment documentée et leur présence dans les eaux superficielles et souterraines voire dans l'eau du robinet, peut inquiéter. L'exposition à de tels résidus par des eaux destinées à la consommation humaine dépend à la fois de la qualité des ressources utilisées et de l'efficacité de leur traitement de potabilisation.
Des traces de substances médicamenteuses appartenant à une quarantaine de classes thérapeutiques ont été détectées dans les eaux superficielles à la sortie des stations d'épuration en France mais aussi sur tous les continents. Il a été démontré que le taux de destruction ou de rétention dans les boues des eaux résiduaires des stations d'assainissement était très variable selon les classes thérapeutiques et, dans une même classe, selon les substances (de 30 à plus de 90 %). Il a été aussi mis en évidence que des stations d'épuration pouvaient transformer certaines substances et leur redonner une forme biologiquement active. De plus, toutes les substances présentes dans les boues d'épuration peuvent théoriquement être transférées à l'homme après épandage sur les sols via les plantes alimentaires et/ou les animaux d'élevage mais ce risque d'exposition est insuffisamment documenté.

- Une réglementation encore insuffisante
L'impact environnemental des médicaments est déjà pris en considération par la réglementation européenne existante ou en préparation pour les autorisations de mise sur le marché des médicaments à usage humain ou vétérinaire. Néanmoins, cette réglementation n'envisage pas toutes les conséquences écologiques, notamment à long terme, des rejets de résidus de ces substances médicamenteuses et de leurs dérivés métabolites ou autres.

- Des enjeux importants
Une meilleure connaissance du cycle de vie des substances médicamenteuses dans l'environnement est indispensable pour mieux suivre les conséquences de leurs utilisations et de leurs rejets. Les enjeux de ces connaissances concernent non seulement la protection de l'environnement et en particulier le bon état des milieux aquatiques et des ressources en eau, mais aussi la santé publique.
Un autre enjeu est celui de l'amélioration, mais aussi du coût des technologies de traitement des eaux résiduaires industrielles ou urbaines et des eaux destinées à la consommation humaine.

- Recommandations
Pour ces raisons, l'Académie nationale de Pharmacie formule les recommandations suivantes selon trois axes :

Limiter et contrôler les rejets
1 Optimiser la fabrication par l'industrie chimique de substances actives à usage médicamenteux, la fabrication des médicaments eux-mêmes par l'industrie pharmaceutique, ainsi que la collecte et la destruction des médicaments non utilisés, en vue de limiter au maximum les rejets dans l'environnement de substances biologiquement actives et, plus particulièrement :
1.1 - pour l'industrie de chimie pharmaceutique, utiliser les technologies les plus respectueuses de l'environnement dans ses unités de Recherche et de Production,
1.2 - sur les sites de production chimique et pharmaceutique, poursuivre et amplifier les efforts de certification environnementale,
1.3 - mettre en place des stratégies de prévention (usages, décontamination, etc.) pour minimiser les rejets de substances médicamenteuses et de leurs métabolites, en particulier dans les établissements de soins et dans les élevages, mais aussi dans le cadre familial,
1.4 - anticiper les conséquences environnementales éventuelles des nouvelles technologies comme celles utilisant les nanoparticules au service des médicaments,
2. Renforcer la surveillance environnementale des rejets des industries chimique et pharmaceutique, des établissements de soins, des élevages industriels et piscicoles, de toutes les activités pouvant être à l'origine de rejets de substances médicamenteuses ou de leurs résidus et améliorer les traitements de ces rejets ponctuels,
3. Développer des programmes d'optimisation de l'efficacité des stations d'épuration des eaux résiduaires et de traitement des eaux potables afin qu'elles soient mieux adaptées au problème des résidus de substances médicamenteuses,
- Evaluer les risques liés aux rejets
4. Renforcer la prise en compte, dans les dossiers d'autorisation de mise sur le marché, des impacts environnementaux aigus et chroniques des médicaments,
5. Développer des programmes de recherche fondamentale et finalisée sur les risques pour l'homme et pour l'environnement liés aux résidus des substances médicamenteuses présentes dans les eaux et dans les sols, ainsi que dans les denrées végétales et animales,
6. Prendre en compte les effets liés à la multiplicité des substances présentes dans les rejets en développant des tests globaux de toxicité, en particulier pour les substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction,
- Développer des actions de formation et d'éducation
7. Sensibiliser tous les étudiants qui se destinent à la chimie pharmaceutique et aux professions de santé par une formation concernant le problème des résidus de substances médicamenteuses dans l'environnement,
8. À titre de rappel, éviter par principe, toute surconsommation de substances médicamenteuses à usage humain ou vétérinaire, qui ne peut qu'aggraver la contamination environnementale,
9. Développer le rôle des pharmaciens d'officine dans la sensibilisation et l'éducation thérapeutique et environnementale du public.

Le programme ANR* AMPERES (*Agence National de Recherche)
Ce programme est le fruit d'une collaboration d'un consortium dont les principaux acteurs sont Suez Environnement et le Cemagreph.
L'objet des études était d'évaluer l'efficacité de traitement d'épuration concernant des substances prioritaires et émergentes. Par une démarche de prélèvement rigoureuse et validée, le programme a permis pour 12 filières d'épuration :
. Une évaluation des flux en entrée et sortie des stations d'épuration, ainsi que
. Des mesures de concentrations puis d'élimination des micropolluants.
- Synthèse AMPERES
En définitive, environ 15% des substances prioritaires, 30% des molécules organiques et 90% des substances pharmaceutiques quantifiées dans les eaux

brutes se retrouvent dans les rejets des procédés biologiques à des concentrations supérieures à 100 ng/L en raison de leurs propriétés physico-chimiques et de leur concentration élevée en entrée de stations d'épuration.
L'ensemble de ces valeurs conforte et complète les données extraites de la littérature scientifique ou des enquêtes nationales, en particulier pour les procédés biologiques à cultures fixes, plus rarement documentés.
Les résultats obtenus ont également confirmé une plus grande efficacité du procédé bioréacteur à membrane (BRM) étudié pour environ 20% des substances quantifiées dans les eaux brutes.
Ainsi, outre les efforts de réduction à la source qui peuvent être menés, il apparaît que pour aboutir à une rétention efficace de micropolluants il serait nécessaire de mettre en place une filière tertiaire avancée qui conduirait à un doublement des coûts de traitement par rapport à une filière classique à boues actives :
. Entre 30 euros/hab/an pour une filière à ozonation, et
. Jusqu'à 60 euros/hab/an avec une filière à osmose inversé.

Action en Suède (source le Quotidien du Pharmacien du 19/10/2009)
La Suède est le premier pays européen qui dès 2003 a mis en place une politique de prévention de la pollution des médicaments en collaboration avec les médecins et les pharmaciens.
Un classement environnemental des médicaments a été établi en fonction de leur « toxicité écologique » sur une échelle de 1 à 10.
Les médecins sont invités à prescrire à effet thérapeutique égal, le médicament le plus respectueux de l'environnement, et les pharmaciens sont incités à tenir compte de ces critères.
En outre, afin de réduire les volumes des médicaments non utilisés, les médecins ne prescrivent qu'un faible nombre de comprimés en début de traitement afin de s'assurer qu'il sera bien supporté par le patient, et ne finira pas dans un armoire ou pire encore, dans les ordures ménagères.
Cette politique s'est traduite par des changements de comportement de la part des prescripteurs envers les médicaments polluants qui ont nettement reculés au profit de spécialités comparables plus respectueuses de la nature.
Les médecins et les pharmaciens sont invités à sensibiliser les patients à rapporter en pharmacie non seulement les médicaments non utilisés, mais aussi certains conditionnements, comme les patchs et les inhalateurs qui mêmes vides peuvent encore contenir des substances actives.
De même, la prescription de médicaments vendus dans des emballages réutilisables est encouragée.
Compte tenu des coûts, des solutions techniques ne peuvent pas être envisagées de façon systématique, mais au cas par cas.
Il est donc clair qu'en absence de nouvelles solutions technologiques, la prévention est un impératif pour maîtriser ce problème avec de graves conséquences environnementales, et possiblement sanitaires.

Les médicaments jetés dans les ordures ménagères
Avec l'utilisation de la matière organique issue d'ordures ménagères pour produire des composts, il est important de ne pas négliger le problème des médicaments jetés dans les O.M.
Nous n'avons pas trouvé d'informations sur les possibles méfaits écologiques de médicaments dans les sols.
Nous nous interrogeons de savoir si l'élévation de température au sein d'andains lors de compostage est suffisante pour détruire ces produits principalement d'origine chimique.
Nous ignorons si la méthanisation, notamment dans des conditions de fermentation mésophiles à 55° pendant plusieurs jours, peut rendre ces produits inoffensifs.

LA POLLUTION DES MERS

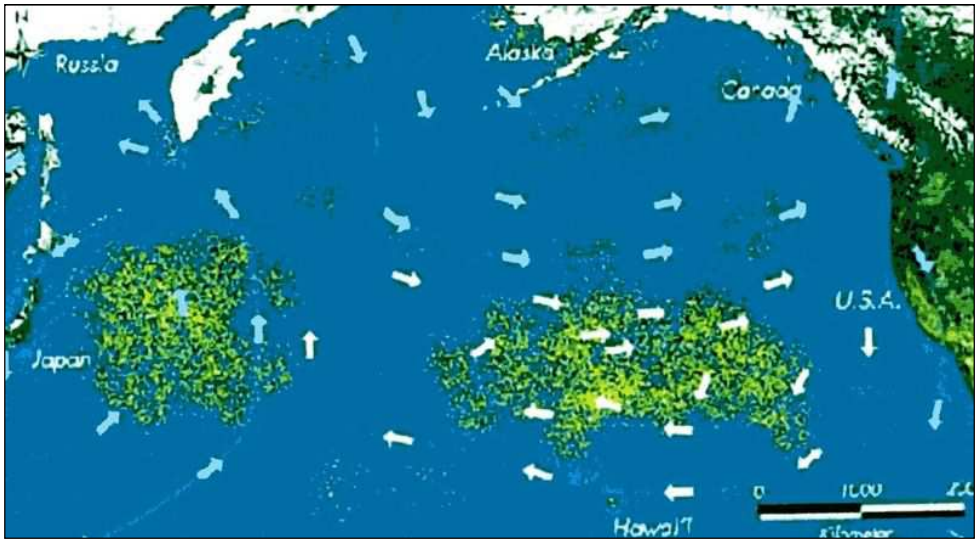
Les plus grandes déchèteries se trouvent dans les océans

D'immenses plaques de plastiques flottent sur les océans et sont parmi les problèmes environnementaux les plus importants crées par l'homme, mais également ignorés par lui. Elles se situent au beau milieu d'eaux internationales, hors de Zones économiques exclusives, et en conséquence suscite peu d'intérêt actuellement. Mais ce problème risque de devenir aussi important que le réchauffement climatique ! Il est opportun de l'évoquer à la veille de l'ouverture de la Conférence de Rio+20, parce qu'il risque d'affecter, à l'avenir, les ressources alimentaires de l'humanité, issus des mers !

La France peut donner l'exemple en contribuant rapidement à un effort de réduction des rejets en mer par les voies fluviales qui strient le plateau Guyanais, et qui se jettent dans l'Océan Atlantique. Les habitudes qui consistent à jeter des déchets dans le Maroni, l'Oyapock et les autres rivières, l'absence de sensibilisation au recyclage, sont des sources d'écoulement de matières plastiques vers les eaux océaniques où elles sont aspirées au sein de tourbillons planétaires.

La grande poubelle flottante du Pacifique nord.

La première plaque de déchets a été découverte dans le nord de l'océan Pacifique par le navigateur Charles Moore en 1997. Constituée de deux zones, elle est d'une taille équivalente au tiers des Etats-Unis ou de six fois la France. Compte tenu de la nature des matériaux flottants elle n'est pas observable par satellite, et difficilement observable de loin.



Afin de sensibiliser le grand public, elle a été décrite comme le *"7ème continent de plastique"*. Cette image donne l'impression qu'il s'agit d'un gigantesque amas compact : de sacs plastiques, bouteilles, filets et autres bidons... Mais ce phénomène ressemble plutôt à une "soupe de plastique" constituée de quelques macros déchets éparses, et surtout d'une myriade de petits fragments : une multitude de micro-plastiques d'un diamètre inférieur à 5 mm en suspension à la surface, ou jusqu'à 30 mètres de profondeur.

Quand on puise dans l'eau, on en remonte une quantité impressionnante.

Ce "continent" s'est progressivement formé à partir des déchets provenant d'Asie du Sud Est et d'Amérique de l'Ouest. Ce sont les courants marins qui les ont rassemblés au cœur d'un "Gyre" (terme anglais issu de gyroscope), qui est un vortex formé par la circulation des courants marins.

Aggravation du problème

La preuve de l'aggravation du phénomène vient d'être apportée par une récente étude de l'université de San Diego en Californie et publiée le 9 mai dans la revue « Biology Letter » de la « Royal Society » britannique. Selon les chercheurs, la concentration de micro plastiques a été multipliée par cent au cours des quarante dernières années dans le gyre subtropical du Pacifique nord

Expédition française

Afin de mieux connaître cette vaste zone encore largement inexplorée, une nouvelle expédition scientifique, française cette fois, est en préparation. Le skipper guyanais Patrick Deixonne, membre de la Société des explorateurs français et fondateur de l'entreprise d'expéditions Ocean Scientific Logistic (OSL) doit partir de San Diego d'ici fin mai pour un périple de 2 500 milles entre la Californie et Hawaï. L'expédition est menée en partenariat avec le CNES. Elle devrait durer environ 6 semaines.

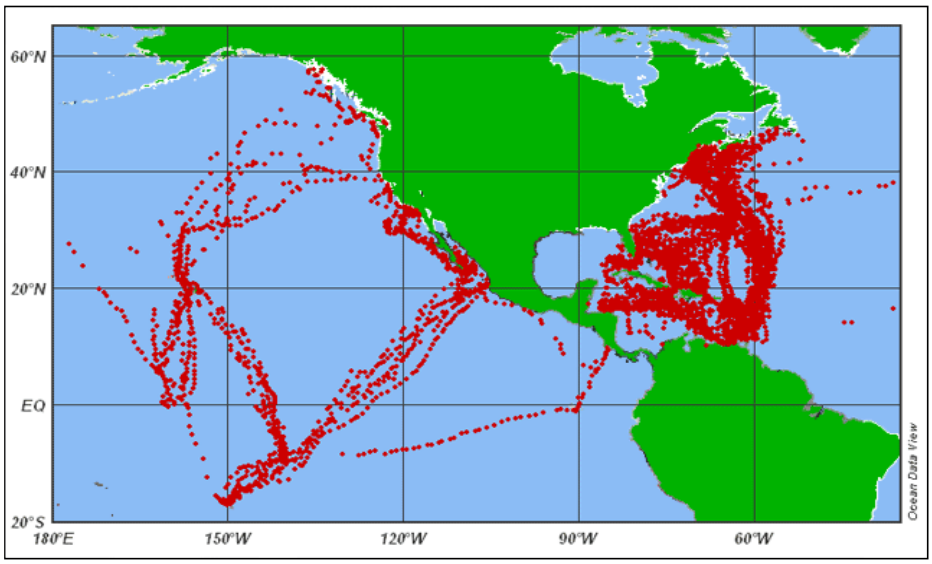
L'Objectif est de cartographier les zones polluées est d'alerter sur la pollution sournoise dans cette zone, qui est peu médiatisée en Europe. Le bateau, une goélette des années 1930, sera guidé par des satellites pour se rendre là où la concentration de déchets est la plus forte afin d'en mesurer par des prélèvements d'eau sa densité, la présence de fragments, ainsi que la concentration de plancton.

La plaque de l'Atlantique

On croyait la célèbre "grande plaque de déchets du Pacifique" spécifique à cet océan Malheureusement, elle à son équivalent dans l'Atlantique Nord ! En 2010, cette nouvelle plaque (The North Atlantic Garbage Patch), a été identifiée au large des Etats-Unis par une équipe de chercheurs de la « Sea Education Association », en coopération avec l'université d'Hawaï.

Ces eaux renferment jusqu'à 200 000 débris par km2.

D'une profondeur estimée à environ 10 mètres et d'une superficie équivalente à la France, la Belgique et la Grèce réunies, cette décharge flottante est située à environ 930 km des côtes américaines, et son centre se trouve à la latitude d'Atlanta.



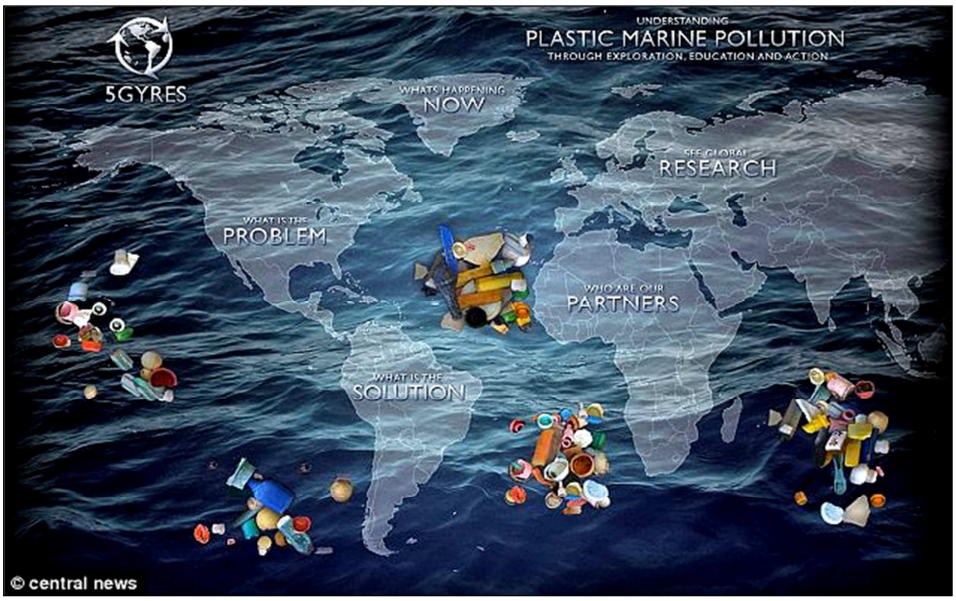
Carte indiquant l'emplacement où les débris marins en plastique ont été collectés par les navires de la SEA

Cette nouvelle alarmante a été révélée lors de la plus grande manifestation concernant les sciences océanographiques : l'American Geophysical Union's 2010 Ocean Sciences meeting qui s'est tenue à Portland, le 23 février 2010.

L'Expédition MED (Méditerranée en danger)

Une autre expédition, en Méditerranée cette fois a eu lieu en 2010. Si aucun «gyre» permanent n'existe dans cette mer fermée, des tourbillons ponctuels et les importants rejets des Etats côtiers entraînent aussi une accumulation de détritus. L'expédition MED a évaluée une moyenne de 115 000 particules par km2 les déchets qui contaminent la mer. A raison d'une moyenne de 1,8 mg par déchet, le poids total de ces plastiques n'est pas impressionnant : 600 tonnes, mais le risque, c'est de voir ces quantités augmenter considérablement avec le temps.

Pollution océanique mondiale
Les zones d'accumulation de déchets dans les océans sont caractérisées par la rencontre de courants marins qui influencés par la rotation de la Terre, s'enroulent dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord, et en sens inverse dans l'hémisphère sud, selon le principe de la force de Coriolis.
Ils forment ainsi d'immenses vortex nommés «gyres océaniques». La force centripète aspire alors lentement en plusieurs années, tous les détritus qui flottent sur l'eau vers le centre de la spirale, où ils s'amalgament et d'où ils ne sortent jamais.
Ce mécanisme laisse supposer qu'il y a d'autres zones à risque. Cette pollution, invisible depuis l'espace, se retrouvera probablement dans cinq grands bassins océaniques :
. Au sein du Pacifique Nord, et du
. Pacifique Sud au large du Chili,
. De l'Atlantique Nord, et
. De l'Atlantique Sud au large de l'Argentine, et
. Dans l'océan Indien



Emplacements probables des cinq bassins de pollution océaniques

L'Effet sur la faune marine et les oiseaux
Les plastiques mettent des centaines d'années à se décomposer. Erodés par la mer, et quelque
peu photo dégradés par la lumière du soleil, ils sont fractionnés en plus petit morceaux qui constituent une grave menace pour la biodiversité. Ingérés par les poissons, oiseaux et autres organismes marins, ils suscitent blessures et étouffements ; sans compter que ces déchets génèrent des substances toxiques dans les océans qui peuvent créer un déséquilibre des écosystèmes, ainsi qu'introduire des produits nocifs dans la chaîne alimentaire de l'homme.



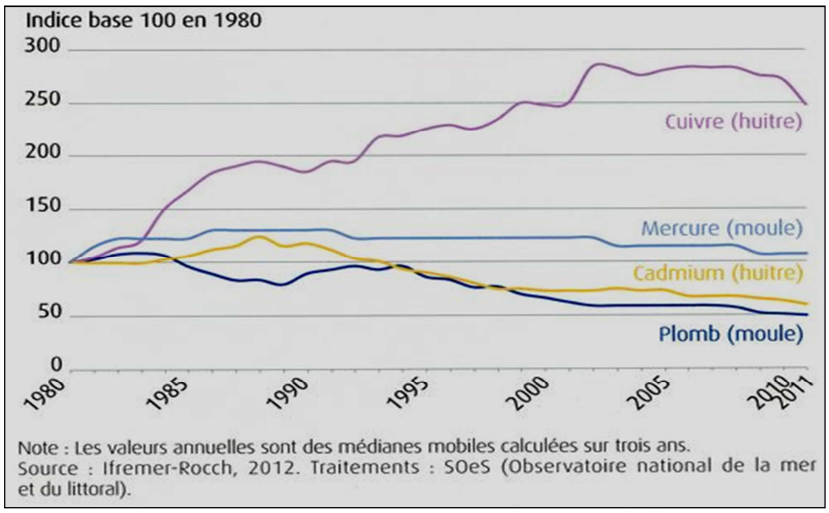
Certains échantillons péchés ont démontré qu'environ 9% des poissons avaient ingéré du plastique



Bouchons retrouvés dans des nids d'Albatros. Les parents avaient nourri les poussins avec des bouchons qu'ils avaient pris pour de la nourriture.

Les métaux lourds

Les métaux lourds peuvent menacer la vie sous-marine selon leurs concentrations. Les organismes filtreurs (huîtres, moules) constituent de bons marqueurs de l'évolution des concentrations des principaux métaux lourds rencontrées dans les milieux marins. Si elles diminuent fortement pour le cadmium et le plomb, elles augmentent de manière significative pour le cuivre. Aucune tendance notable ne se dégage pour le mercure (graphique ci-dessous)



LA POLLUTION DES SOLS

La réhabilitation des sols pollués

. La décontamination

Les fortes interactions entre métaux lourds et la matrice solide des sols rendent parfois difficile leur extraction, et les voies chimiques et physico-chimiques conduisent toujours à une modification drastique des propriétés du sol. Dans ces conditions, leur réutilisation comme support de végétation est souvent compromise.

La phytoremédiation inclut toutes les technologies utilisant des plantes vasculaires, des algues (phycoremédiation) ou des champignons (mycoremédiation) pour éliminer ou contrôler des contaminations ou pour accélérer la dégradation de composés par l'activité microbienne.

Seule l'extraction, avec maîtrise du devenir des métaux accumulés dans des plantes, apparaît comme une solution pertinente et durable d'un point de vue environnemental.

La pollution des sols est le fait d'une activité industrielle ou agricole intensive.

La France est notamment confrontée aux questions des pollutions des anciens bassins miniers houillers du Nord-Pas-de-Calais, de Lorraine et du Centre-Midi, dans celui de potasse en Alsace ou dans les anciennes mines de fer de Lorraine, ainsi qu'à ces problèmes dans d'autres Régions, et les DOM.

Les polluants majeurs sont les métaux lourds, les hydrocarbures, les solvants, et les pesticides.

Il sera nécessaire d'assainir les sols progressivement. Le coût sera élevé. Il faudra appliquer le principe pollueur-payeur.

Dans le cas de traitements phytosanitaires, même si les contrôles des quantités dispersées sont indispensables, la dissipation des excédents et la surveillance des pertes sont nécessaires. Des méthodes ont été testées. Elles offrent des pistes de recherche intéressantes.

La France dispose **de deux bases de données** référençant les sites et sols pollués et qui sont mises à jour régulièrement :

La base BASIAS, sur les sites anciens, mise en place en 1998 qui référence plus de 300 000 sites de pollution potentielle, et

La base BASOL sur les sites pollués par les activités industrielles établie en 1994. C'est la «Mémoire» des sites et des sols pollués en France.

Une carte des sites inventoriés par région a été mise à jour en février 2004.

Les pays industrialisés comptent de grandes surfaces de terrains contaminés et dans L'Union Européenne des Quinze, le nombre de sites pollués était estimé à 1 400 000 environ. En France ce chiffre est évalué à 180 000.

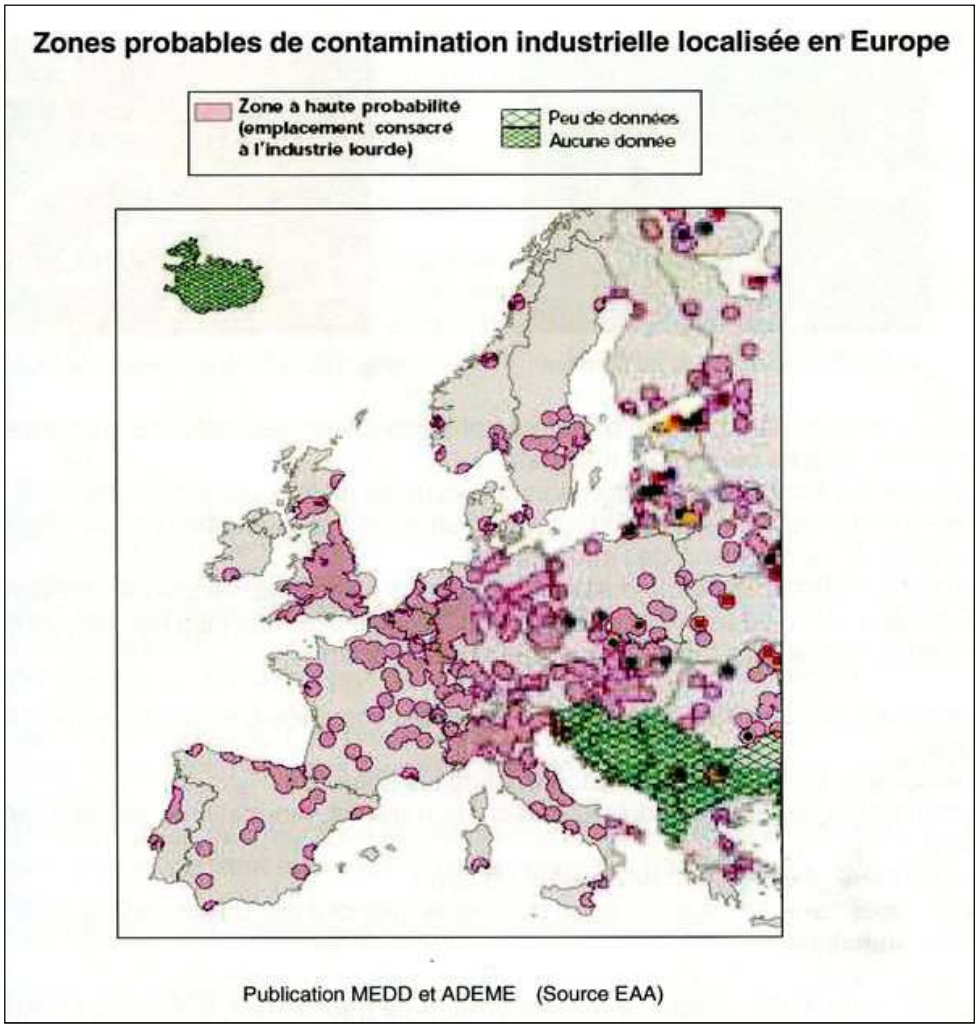
Cette pollution des sols est généralement attribuée à l'activité minière, pétrolière ou d'autres activités industrielles comme la sidérurgie, la cokerie, la chimie ou la fabrication de peinture. Le recensement des sites et sols pollués et la caractérisation des polluants met en évidence la contamination par des métaux (cuivre, zinc, plomb, cobalt, nickel, arsenic, cadmium), des hydrocarbures légers (fuel, essence, gazole) et lourds (lubrifiants, huiles lourdes, pétrole brut), des solvants halogénés, et d'autres molécules complexes (hydrocarbures aromatiques polycycliques, HAP, etc.). Les composés organiques seraient présents dans près de 75 % des sites pollués.

La décontamination des sites contaminés est une préoccupation majeure, en raison d'une part :

. De l'impact sur l'environnement et la santé dû à la propagation de molécules dangereuses dans le milieu, de leur transfert dans les nappes phréatiques et dans la chaîne alimentaire ;

Et d'autre part,

. Des coûts exorbitants engendrés par les projets de réhabilitation qui exigent souvent l'excavation des sols et le transport onéreux des terres vers les installations spécialisées.

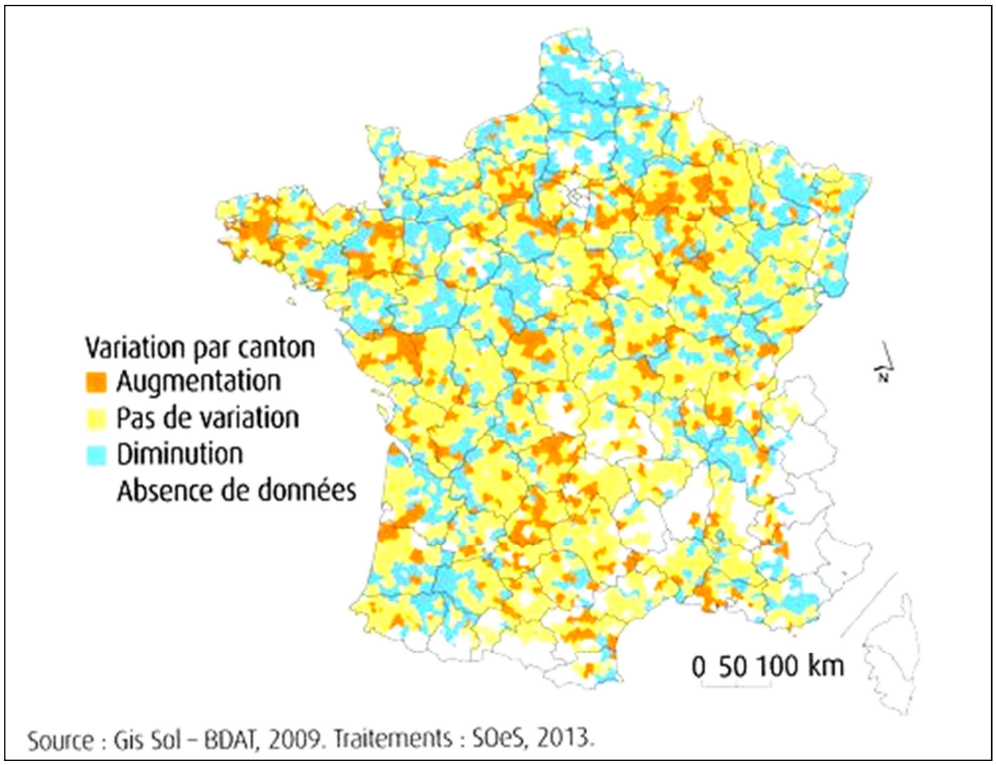


La législation tend à se renforcer en attribuant les responsabilités et obligations pour la prise en charge de la réhabilitation des sites et prévoyant des mesures pour les sites abandonnés. En France, dans la législation actuelle, c'est l'exploitant de l'installation polluante ou le propriétaire du terrain contaminé qui est rendu responsable de la gestion de la pollution.
Les traitements mis en œuvre pour dépolluer les sols sont nombreux et depuis un certain temps de nouvelles technologies sont en développement.
Sur le terrain, les techniques les plus répandues sont thermiques ou physico-chimiques, les procédés de traitement biologiques sont souvent considérés comme réservés à une catégorie restreinte de composés comme les hydrocarbures pétroliers légers ou adaptés à des conditions particulières.

Le sol est une ressource naturelle avec de multiples fonctions
. Il produit, contient, accumule, tous les éléments nécessaires à la vie (azote, phosphore, calcium, potassium, fer, oligoéléments…), y compris l'air et l'eau. Le sol joue un rôle de garde-manger qui est plus ou moins rempli selon les endroits.
. C'est le support des végétaux.
. C'est le réservoir de la biodiversité.
Il abrite et influence une grande partie de la biodiversité terrestre. De nombreux cycles
. La biosphère, se modifie en surface et dans les sols

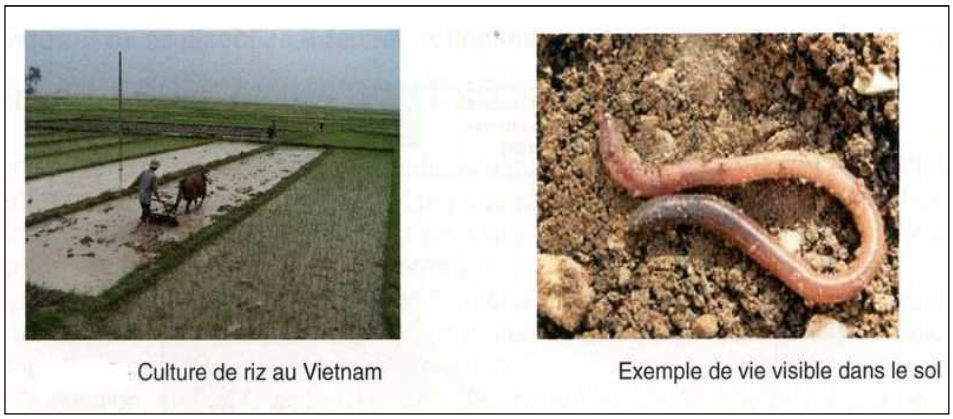
. L'hydrosphère, le régime hydrologique change (crues, inondations, sécheresse) et les eaux qui se polluent biologiquement passent par le sol, qui est partie prenante de nombreux écosystèmes. Ces activités sont essentielles à la construction des sols, à leur fonctionnement, et à leur fertilité.

. Matière organique dans les sols



La matière organique assure de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales : Atténuation du changement climatique, fertilité et stabilité des sols. Elle est un des indicateurs de qualité des sols. Entre les périodes 1995-1999 et 2000-2004, la teneur en gaz carbonique des sols qui représente 60% de leur matière organique, diminue dans 21,4% des cantons de la France Métropolitaine, notamment sur la façade atlantique, au Nord et dans l'Est. Les raisons sont sans doute multiples : évolution globale des écosystèmes, conversion des prairies naturelles en terres arables, modification des pratiques agricoles. La teneur en carbone organique progresse dans 10% des cantons.

. C’est une vaste réserve génétique, encore méconnue et peu exploitée, bien que beaucoup d’antibiotiques soient produits par des champignons du sol.



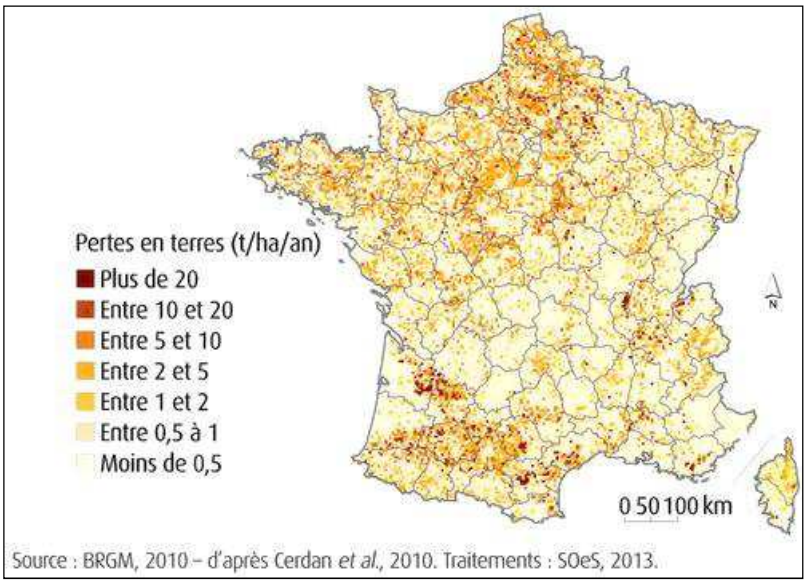
Culture de riz au Vietnam

Exemple de vie visible dans le sol

. Il agit comme un filtre par des propriétés physico-chimiques capables de retenir et de transformer certains composés toxiques.
. Il a un rôle de tampon, par absorption des eaux de pluie, et de répartiteur entre eaux de surfaces, et nappes phréatiques. Ce mécanisme est indispensable à la vie végétale et animale.
. Il influence la composition de l'atmosphère.
Le sol est l'un des acteurs majeurs des évolutions climatiques. Il stocke et relâche des gaz à effet de serre. Au niveau mondial, il y a dans les sols trois fois plus de carbone que dans la végétation, deux à trois fois plus que dans l'atmosphère.

La réhabilitation de sites pollués
Les dégradations des sols ont des conséquences considérables sur les milieux en relation avec les sols :
. L'atmosphère, s'enrichit en gaz à effet de serre
. L'anthroposphère, se dégrade avec des conséquences sur l'alimentation et sur la santé des sociétés humaines.
Depuis la fin du XIXeme siècle de graves erreurs de gestion des sols ont été commises : Des excès de fertilisation chimique, des techniques agricoles uniformisées ont détruit la structure de la surface des sols, des stratégies de mises en valeurs les ont dramatiquement appauvris en matière organique.
- Des menaces permanentes sont l'érosion, l'urbanisation et la pollution.

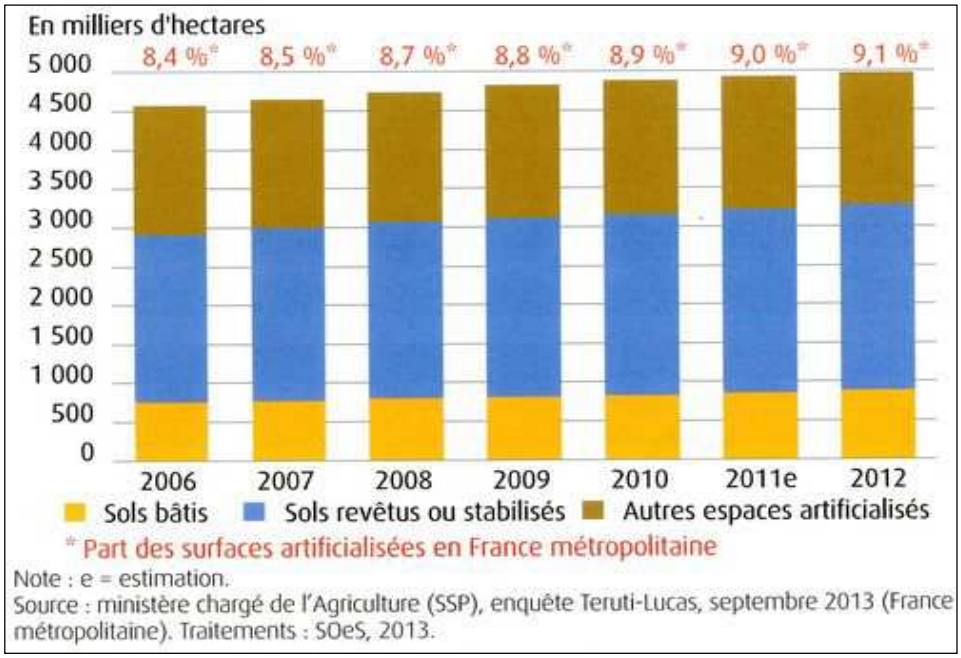
. L'érosion des sols :



Pertes en terre par érosion hydrique des sols

L'érosion est un phénomène naturel dégradant les sols par déplacement des matériaux dont ils sont composés, surtout par les pluies. La perte de la couche fertile en amont et la submersion des cultures ou des infrastructures à l'aval s'accompagnent d'une diminution des rendements et de la biodiversité des sols et d'une dégradation de la qualité de l'eau. L'érosion hydrique est estimée à 1,5 t/ha/an en moyenne en France (1,2 t/ha/an en Europe), avec une forte hétérogénéité spatiale: jusqu'à 20% du territoire avec des taux très élevés. Les vignobles et dans une moindre mesure les terres cultivées et les vergers sont les plus affectés. Les zones limoneuses et le piémont pyrénéen sont également fortement exposés aux pertes en terre.

. L'artificialisation des sols :



Evolution des zones artificialisées

L'artificialisation des sols engendre une perte de ressources naturelles et agricoles et une imperméabilisation, généralement irréversibles ; elle s'accompagne d'une fragmentation des milieux naturels, défavorable à de nombreuses espèces. Les zones artificialisées occupent près de 45 millions d'ha en 2012, soit 9,1% du territoire métropolitain. La moitié correspond à des sols revêtus ou stabilisés (routes, parkings), dont l'imperméabilisation à des impacts négatifs sur le cycle d'eau. Les espaces artificialisés se sont étendus d'environ 400 000 ha entre 2006 et 2012, en grande partie au détriment des terres agricoles, mais aussi de milieux semi-naturels.
- Certaines activités sont sources de pollutions confirmées ou potentielles : circulation routière, décharges industrielles et municipales, dépôts d'hydrocarbures et stations-services, épandages d'insecticides et utilisation de produits phytosanitaires…

- Aujourd'hui, un des objectifs incontournables que les sociétés humaines doivent se donner c'est une gestion durable des sols.
Le premier cas rapporté d'une pollution importante du sol, est celui proche des « Chutes de Niagara » aux Etats-Unis où entre 1942 et 1952, furent enfouis 21 000 tonnes de résidus industriels toxiques dans un ancien canal, sournoisement appelé « Love Canal ».
Rapidement, l'émergence d'effluents d'organo-halogénés, comme des dioxines dans une zone résidentielle, rendirent nécessaire l'évacuation de 950 familles. L'opération de nettoyage, d'excavation et de traitement des sols coûta 102 millions de dollars ; le dédommagement des habitants 27 millions de dollars.
En 1980, à Lekkerkerk au Pays Bas, une contamination importante du sol par des produits organiques volatiles d'origine industrielle fut détectée suite à des plaintes d'habitants d'une zone résidentielle. Ces derniers durent être évacués et le lieu décontaminé. L'opération coûta environ 100 millions d'euros. Les habitants furent relogés sur place au début de 1981.
En France, un site industriel qui a provoqué beaucoup de protestations est celui de « Métaleurope » à Noyelles-Godault (Nord Pas-de-Calais). Cette fonderie fermée en 2003, après un siècle d'activité, a émis dans l'atmosphère des quantités

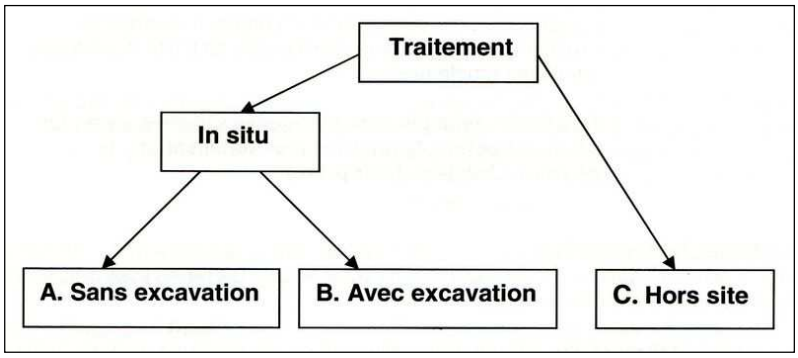
considérables de poussières métalliques qui ont été source d'une très forte contamination des différents compartiments environnementaux notamment des sols.
Les problèmes liés aux « nitrates » indispensables à une agriculture intensive, ne sont plus à démontrer.

- Il est possible de distinguer différents types de pollutions des sols, selon qu'elles soient :
. Versées dans la nature, ou sur des sites particuliers, en fortes concentrations (épandage agricole, mines de charbon, sites de production d'hydrocarbures...)
. En quantités diffuses (de sources naturelles : tempête de sable ou éruption volcanique ; ou industrielles),
. Rejetées de manière accidentelle ou chronique,
Un site peut être pollué par :
. Des produits et résidus en vrac, ou dans des conteneurs dégradés ou abandonnés qui peuvent constituer une source initiale de pollution.
. De la terre ou des matériaux déplacés, vers des lieux où la pollution peut s'accumuler.
. Des rejets dans les eaux superficielles (sédiments des fonds de cours d'eau, qui peuvent être transférés par dragage).
. Des eaux souterraines contaminées par un mécanisme de perméabilité du sol.

- Les substances polluantes peuvent se présenter sous trois phases :
. Dans les zones d'aération du sol sous forme de gaz, de liquides ou de solides dans des proportions variables.
. Dans les parties saturées, par migration en solution avec l'eau, ou par entraînement par l'eau vers les nappes ou elles peuvent éventuellement se maintenir par flottaison,
Ou sous forme :
. Non solubles, par migration indépendamment de l'eau.

- Les activités polluantes
Les principales activités humaines « à haut risque » qui peuvent être source de pollution en industrie sont :
La fabrication, le stockage, le transport, la distribution et l'utilisation, puis l'élimination de produits toxiques. Bien entendu, la problématique englobe les équipements de production et les emballages de distribution dans le commerce durant tout le cycle de vie des produits en question.
Un exemple est celui du traitement du bois.
Pour protéger le bois contre les agressions extérieures (champignon, insectes..) des produits chimiques telle la créosote ou le pentaclorophénol sont utilisés.
Ces produits toxiques peuvent fuir vers les sols lors de leur stockage ; lors du nettoyage d'autoclaves qui génère des eaux de lavage contaminées et des boues ; durant l'imprégnation directe ; ou pendant le séchage qui s'effectue en général à l'extérieur des ateliers.
Au niveau de l'utilisation, des bois traités exposés à l'humidité de l'air libre peuvent servir comme rails de chemin de fer, de pylônes électriques, ou de téléphones ; et en fin de cycle de vie le bois traité est souvent consumé dans des chaufferies avec la production de gaz toxiques. Nous l'avons souvent répété ces actes relèvent de la pure inconscience.

Les techniques de dépollution des sols pollués :
Présentation : Une panoplie de techniques existe pour traiter des problèmes spécifiques.



A. Traitement in situ sans excavation	***Les dégâts environnementaux sont limités grâce à la suppression des transports.***
Famille de procédés :	**Description/caractéristiques des procédés**
A.1 Le confinement :	Consiste à fixer la pollution à l'endroit où elle s'est répandue et de stopper l'immigration des éléments toxiques par isolement, couverture, ou amélioration de l'étanchéité. Ce processus est souvent utilisé pour un traitement combiné d'une nappe phréatique et du sol. C'est souvent une solution d'attente avant la mise en œuvre d'autres techniques .
A.2 Le lavage	Permet l'extraction des polluants par solubilisation dans l'eau, par des solvants, ou par la formation d'émulsions avec des tensio-actifs. Les traces résiduelles de solvants sont éliminées par circulation de vapeur d'eau en contre-courant.
A.3 La ventilation forcée *Techniques pneumatiques sous vide partiel.*	Cette opération consiste à pomper dans la porosité du sol de l'air qui se charge des gaz polluants, qui sont ensuite traités.
A.4 La biodégradation par "Bioventing"	Ce sont des techniques de biodégradation et de décontamination des sols, par l'apport d'oxygène injecté ou pompé destiné à stimuler les métabolismes des micro-organismes ; elles peuvent-être associés à l'injection d'eau oxygénée, ou de nutriments.
A.5 Stabilisation par l'addition d'adjuvants.	Ces opérations consistent en une réaction chimique destinée à réduire la mobilité des polluants en limitant leur dispersion dans le sol de façon stable et pérenne. Cet effet est obtenu par l'addition d'un adjuvant qui augmente leurs capacités d'adsorption sur les matériaux.
A.6 L'Oxydation	S'effectue par l'injection d'oxydants dans le sol sous forme liquide ou gazeuse au contact avec le polluant, et qui aboutit à sa destruction ou sa transformation en composé moins toxiques et/ou plus facilement biodégradable. Cette méthode n'aurait pas atteint un stade de maturité.
A.7 Le traitement biologique	**Une première démarche** consiste à permettre l'atténuation par le milieu naturel de la masse, de la toxicité, de la mobilité, du volume ou de la décroissance des polluants. L'intervention humaine se limite à une surveillance et à l'optimisation de la capacité de la nature à résorber le problème. La méthode ne permet pas de limiter les risques sanitaires rapidement. **Des techniques plus sophistiquées utilisées sont : La phytoextraction, la phyto et bio- stabilisation, la phytoremédiation..**

B. Traitement sur site après excavation
Les mêmes techniques décrites au-dessus sont utilisées, mais selon le cas, les terres sont disposées pour traitement en alvéoles, en tertre ou en tombeaux.
La désorption thermique peut également être utilisée, habituellement au moyen d'une unité de traitement mobile. En principe, la température n'excède pas 650°c. Ce traitement concerne généralement les polluants organiques types gasoil, goudrons, HAP.

C. Traitement hors site
Aux techniques indiquées au-dessus viennent s'ajouter :
. L'enfouissement en centre de stockage de déchets dangereux, ou non dangereux, ou inertes.
. L'incinération, et
. L'utilisation en tant que combustible des polluants riches en matières organiques en cimenterie.
Dans ce dernier cas, la nature du support minéral doit être compatible avec les éléments majeurs du ciment.
Les polluants sont détruits à haute température (>1000°c), mais des polluants résiduels se retrouvent concentrés dans les résidus d'épuration des fumées et dans les résidus solides de la combustion.
Cette filière n'a véritablement démarré qu'en 2003 sous l'impulsion notamment du chantier de l'ERICA.
Débouchés des terres traitées
A l'heure actuelle, ces débouchés sont limités à la couverture d'installation de stockage de déchets, et à une valorisation en technique routière.
Limiter les volumes sortis d'un site en les triant, ou en optimisant les distances transportées ne suffira pas à réduire l'impact environnemental de ces matériaux.
Un projet de circulaire sur les terres excavées est en cours depuis 2007. Elle permettra de définir les conditions de valorisations de ces matériaux, ce qui éviterait qu'ils finissent en décharge. Un nouveau cadre réglementaire pourrait permettre à terme une croissance de ces terres traitées hors site de proximité.
Nous estimons que sur le plan sanitaire des contrôles très sévères doivent être exercés sur toutes ces opérations.

Les différentes formes de phytoremédiation des ''sols par des plantes''

La phytoextraction (plantes : Thalaspi, Alyssum, Brassica (moutarde) :
Les plantes absorbent et concentrent dans leurs parties récoltables (feuilles, tiges) les polluants contenus dans le sol, mais seuls des plantes accumulatrices et/ou hyper accumulatrices capables de tolérer et d'accumuler les ETM (Pb, Cd, Cu) et nitrate sont utilisées. Il est possible d'améliorer cette extraction par l'ajout de chélateurs au sol. Le plus souvent les plantes sont récoltées et incinérées ; les cendres sont stockées (en CET) ou valorisées pour récupérer les métaux accumulés (on parle alors de « phytomining »).

La phytotransformation ou phytodégradation (Arbres : famille du saule, peuplier, herbes et certains légumes)
Certaines plantes produisent des enzymes qui catalysent la dégradation des substances absorbées ou adsorbées (composés organiques, nitrate, phosphate) ; celles-ci sont transformées en substances moins toxiques ou non-toxiques par la métabolisation des contaminants dans les tissus des plantes ou par les organismes de la rhizosphère maintenue par la plante. La rhizosphère désigne le volume de sol soumis à l'influence de l'activité racinaire ; un volume qui varie selon les plantes et la nature du sol.

La phytovolatilisation ou phytostimulation (Brassica Juncea, plantes marécageuses)
Les plantes absorbent l'eau de la lithosphère (couche supérieure de la croûte terrestre) contenant des contaminants organiques (COV) et autres produits toxiques, transforment ceux-ci en éléments volatiles, et les relâchent dans l'atmosphère via leurs feuilles.
La phytovolatilisation n'est pas toujours satisfaisante, car si elle décontamine les sols, elle libère parfois des substances toxiques dans l'atmosphère. Dans certains cas, les polluants sont dégradés en composants moins - ou non-toxiques avant d'être libérés.

La phytostabilisation (plantes à racines fibreuses et profondes)
Certains végétaux réduisent la mobilité des contaminants (métaux : Pb, Cd, Zn, Cu, As, Cr, Se) Cette pratique intègre le contrôle hydraulique qui consiste à utiliser des plantes à forte évapotranspiration pour limiter l'érosion du sol. La démarche réduit le mouvement des polluants par des écoulements latéraux ou en profondeur, vers la nappe phréatique.
Une autre pratique consiste à immobiliser les composés polluants en les liants chimiquement. Les plantes adsorbent les polluants du sol, de l'eau ou de l'air, les retenant localement (d'où l'utilisation du terme adsorption au lieu d'absorption) et réduisent leur biodisponibilité. Le processus est parfois rendu possible, ou amplifié et accéléré, par l'ajout de composés organiques ou minéraux, naturels ou artificiels. C'est une méthode efficace pour empêcher la dispersion des polluants dans les eaux de surface ou souterraines.

La phytorestauration
Le procédé implique la restauration complète vers un état proche du fonctionnement d'un sol naturel. C'est une subdivision de la phytoremédiation qui utilise des plantes indigènes de la région où sont effectués les travaux de remise en état afin de réhabiliter l'écosystème naturel originel, et rendre le sol aux communautés végétales.
En comparaison des autres techniques de phytoremédiation, la phytorestauration met en lumière la question du niveau de décontamination.
Il existe une grande différence entre décontaminer un sol pour atteindre un niveau légalement satisfaisant pour qu'il soit à nouveau exploitable ou le restaurer totalement pour que l'espace revienne à des conditions de pré-contamination.
Lorsque l'on fait référence à la phytorestauration des eaux usées, on se réfère à un procédé ayant trait à l'utilisation des propriétés naturelles d'autoépuration des végétaux. Utilisé dans ce sens, la phytorestauration devient synonyme du terme phytoépuration. Ce type de procédé intègre notamment l'épuration des eaux par les macrophytes. Dans ce cas, il est à souligner que ce sont les bactéries vivant dans la zone racinaire des macrophytes qui sont garantes de la dépollution, les plantes servent là simplement de substrat de croissance pour les micro-organismes (exemple: la station d'Honfleur).

La phytostimulation ou phytovolatilisation (Brassica Juncea (moutarde), plantes marécageuses)
C'est la stimulation par les plantes des activités microbiennes favorables à la dégradation des polluants. L'action est localisée essentiellement dans la rhizosphère.
Certaines de ces applications ont été mises en œuvre depuis les années 80 et 90 et sont arrivées à maturité. D'autres continuent à faire l'objet de travaux de recherche et développement, en France et à l'étranger. L'intérêt de ces techniques réside essentiellement dans le fait qu'elles ne nécessitent ni excavation, ni transport, ce qui rend les rend moins coûteuses.

La ‘‘bioremédiation des sols’’ par des bactéries

Le principe

Il faut procéder à l’identification et la caractérisation des bactéries afin de réaliser la transformation des polluants présents.

Les applications

Les possibilités répertoriées sont : Le traitement in situ ou hors site de sols, de boues, de sédiments, ou d’effluents liquides afin de les décontaminés de : métaux lourds, solvants, hydrocarbures (HAP), produits phytosanitaires.

Les techniques à envisager

- La biodégradation

Se réalise par l’utilisation de la capacité de certains microorganismes à transformer un polluant en substrat (source de carbone, d'énergie).

- La bio-immobilisation

Se pratique par l’utilisation de la capacité de certains microorganismes (essentiellement des bactéries) à immobiliser un ou plusieurs composants présents à l'état soluble (Métaux et produits pétroliers).

- La biolixiviation

S’effectue en rendant solubles des polluants fixés ou piégés dans le sol (minerais, Cu, Cr, Fe, Pb, Zn, Co et phosphore) par l’action de microorganismes, puis les entraîner dans la phase aqueuse.

- La biorestauration

S’applique par l’ajout de nutriments (azote/phosphore) pour stimuler la croissance des microorganismes indigènes qui favorisent la dégradation des polluants (hydrocarbures pétroliers, HAP, métaux lourds).

- La bioaugmentation

Se fait par l’introduction de microorganismes allochtones capables de traiter les polluants en question (hydrocarbures lourds, HAP, PCB).

- La biostimulation

Se réalise par le réensemencement de populations prélevées sur le site et dont la croissance a été stimulée en laboratoire ou dans des bioréacteurs installés sur site (hydrocarbures pétroliers, HAP).

- L’injection d’eau oxygénée

L’application d’injection d'eau oxygénée (H2O2) et éventuellement de nutriments dans la zone insaturée via des galeries construites, suivi de la récupération de l’eau dans des puits de pompage

- Traitement en bioréacteur (bioslurry)

Création d’une boue épaisse en mettant la partie fine du sol dans l’eau et en ajoutant des nutriments pour stimuler la croissance de la population microbienne.

Un système d’aération est employé pour les procédés aérobies.

En fin de traitement, les phases liquides sont séparées et le sol est remis en place.

Les points forts de ces procédés

L’intérêt économique est que les coûts de traitement sont réduits.

L’intérêt technique est la possibilité de traitement d’une gamme diversifiée de polluants organiques et minéraux, à partir de nombreux microorganismes, identifiés et caractérisés, ayant une capacité de vivre dans des conditions extrêmes (pH, oxygénation, concentrations élevées de polluants..)

Les points faibles sont que dans la pratique les applications sont plus complexes à cause de :

.. La concentration élevée de polluants qui peut ralentir le processus,

.. Les aléas du terrain : sa composition et ses propriétés,

.. Les conditions climatiques (les fluctuations saisonnières qui affectent le métabolisme des microorganismes).

.. La difficulté à trouver des sites pilotes pour valider les travaux de laboratoire.

Le niveau de développement

. Le stade expérimental est avancé (sites pilotes, serres, etc.)

. La caractérisation des bactéries existantes (propriétés, conditions optimales, etc.) est connue.
. L'identification de nouvelles souches bactériennes est à l'étude.
. Mais il y a peu d'applications à grande échelle.

La combinaison d'organismes

Le couplage Bioremédiation / Phytoremédiation peut-être parfois utile.

Les anciennes techniques évoluent peu

Ce sont des techniques de bioremédiation qui consistent à stimuler la population bactérienne endogène dans leur environnement ou dans un espace contrôlé.
Ces techniques biologiques sont désormais classiques.

Six procédés existent :

. Le « Bioventing » par ventilation, injection d'air et de nutriments dans le sol.
. Le « Biosparging »(le lavage).
. Une «Combinaison bioventing / biosparging » (de la ventilation et du lavage).
. Le « Pump and treat », un traitement du sol associé au traitement de la nappe phréatique.
. Le Biotertre (l'excavation et l'empilement des terres avant d'ajouter des microorganismes. Cela correspondant à une bioaugmentation).
. Le compostage. Ce procédé d'aération stimule la flore aérobie et optimisée par l'apport d'agents structurants (copeaux, bois, paille, fumier) et des populations fongiques dégradent les xénobiotiques (polluants organiques : HAP, BTEX, phénols)

L'hyper accumulation des métaux lourds dans les sols

L'hyper accumulation concerne un éventail large d'éléments en traces (As, Cd, Ni, Zn, Se...) mais seulement un petit nombre de plantes hyper accumulatrices sont présentes en climat tempéré (Europe). En France, des sites métallifères (gisements, anciennes mines ou connu pour sa propriété à accumuler le Zn, certaines populations possèdent aussi l'aptitude à concentrer le Cd, voire le Pb ou le Ni (Schwartz et al. 1998). Une récolte réalisée à partir d'une pelouse métallophyte naturelle permet d'atteindre une extraction de 10 kg de Zn par ha (Schwartz et al. 2001).
La plante accède à la fraction la plus mobile des métaux du sol et se comporte ainsi comme les autres espèces mais, compte tenu de sa capacité d'absorber les métaux, elle appauvrit cette fraction dans les sols et par conséquent réduit les risques de transfert des éléments toxiques vers les cibles sensibles, organismes et eaux (Gérard et al. 2000). Elle possède aussi une remarquable aptitude à développer ses racines préférentiellement dans les zones du sol où les métaux sont présents en forte concentration (Schwartz et al. 1999). La relative faible vitesse de croissance et la taille des individus tendent à limiter le rendement de l'extraction mais la plante répond positivement à la fertilisation azotée et soufrée par une augmentation de la production de biomasse (Schwartz et al. 2003).
Cette technologie « verte » offre un grand potentiel de développement pour le traitement des sols pollués par les métaux, qui ne peut être atteint que si toutes les étapes nécessitées par une culture sont maîtrisées, depuis la production de semences jusqu'au traitement de la biomasse. Pour un développement technologique durable, il est par conséquent indispensable de poursuivre les recherches qui permettent de répondre aux questions posées par la gestion d'une biomasse particulière et l'éventuel recyclage des métaux en production métallurgique. Dans ce cadre, le génie des procédés a certainement un rôle essentiel à jouer pour la construction de cette filière.

Principes et végétaux concernés

La notion d'hyper accumulation :
Tous les végétaux absorbent des éléments minéraux. Cependant, certains présentent la particularité de prélever en grande quantité un élément donné.
Pour évaluer cette hyper accumulation, le coefficient de transfert défini par la formule dessous est utilisée (Alloway,1995) :

$$\frac{\text{Concentration du métal contenu dans les tissus aériens de la plante}}{\text{Concentration du métal dans le sol}}$$

Plus le coefficient est élevé, plus l'accumulation des métaux dans la plante est importante.

- Principales familles de végétaux hyper accumulateurs :

Il existe plus de 400 plantes hyper accumulatrices connues. Le tableau dessous donne une indication du nombre de familles et de variétés concernées par ce phénomène :

Métal	Limite inférieure % M.S de feuilles	Nombre d'espèces	Nombre de familles
Cadmium	>0,01	1	1
Cobalt	>0,1	28	11
Cuivre	>0,1	37	15
Manganèse	>1,0	9	5
Nickel	>0,1	317	37
Plomb	>0,1	14	6
Thallium	>0,1	2	1
Zinc	>1,0	11	5

Principales familles hyper accumulatrices (Baker, 2000)

Les familles les plus rencontrées dans l'accumulation du Zn sont les Brassicacées, les Caryophyllacées, les Lamiacées et les Violacées. En ce qui concerne le Pb et le Cd il s'agit surtout des Brassicacées. Les espèces hyper accumulant le Cu et le Co sont peu nombreuses. Elles sont originaires du Zaïre. Les familles concernées sont les Lamiacées, les Astéracées, les Cypéracées, les Scrofulariacées et les Amarantacées. Le Ni est quant à lui hyper accumulé par les trois quarts des espèces connues. Elles appartiennent à des familles telles que les Brassicacées, les Scrophulariacées, les Euphorbiacées, les Saxifragacées et les Sapotacées. Ces listes ne sont pas exhaustives. (Bert,1999 ; Brooks, 1998 ; Anderson, 2000)

Récupération des polluants

Les polluants se concentrant dans les feuilles, il suffit ensuite de récolter ces dernières, puis de les sécher et de les réduire en cendres. Les cendres sont alors stockées dans un endroit sûr ou traitées pour en recueillir les métaux lourds.

Problèmes liés à la phytoextraction

Plusieurs problèmes sont liés à cette technique. Les plantes capables d'accumuler les métaux lourds ont souvent une faible production de biomasse et une croissance lente. C'est pourquoi des techniques d'introduction de gènes responsables de l'accumulation et de la résistance métallique dans des plantes à forte production de biomasse ont été envisagées ;

Les plantes hyper accumulatrices sont souvent rares, d'où nécessité de les collecter, les cultiver et les produire à grande échelle.

Compte tenu de la forte teneur en métaux des parties récoltées, il faut éviter tout risque de contamination lors de la gestion des produits de la récolte.

La récolte des hyper accumulateurs peut nécessiter un équipement spécialisé.

La phytoextraction du plomb est rendu difficile en terre argileuse ; ce métal est adsorbé par ce milieu et devient indisponible.

LA POLLUTION DE L'AIR

L'effet de serre, la couche d'ozone, et la pollution de l'air

L'effet de serre stock la chaleur autour du globe ; la couche d'ozone protège contre les UV, Ce sont des phénomènes distincts dont les existences naturelles sont sévèrement perturbées par la pollution de l'air de source anthropique

L'Effet de serre et le bilan carbone

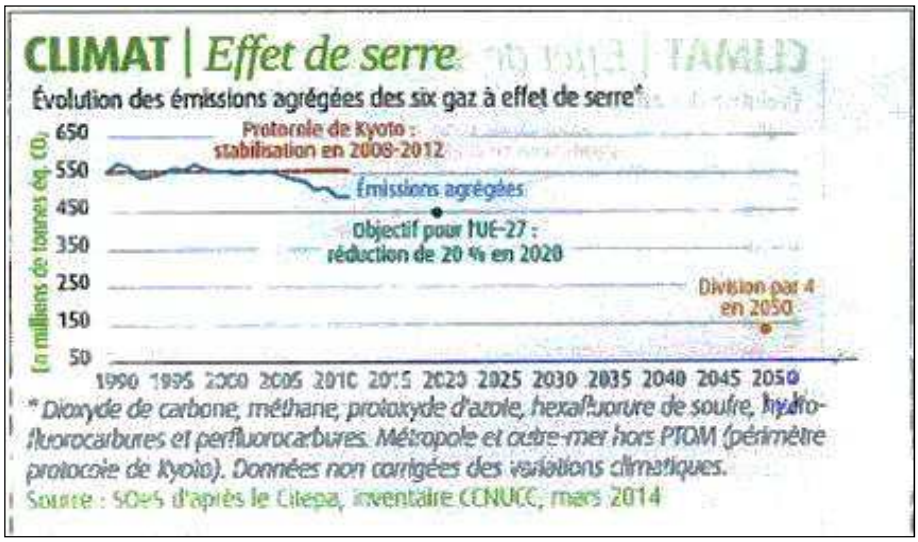
L'effet de serre est essentiel pour le maintien de la vie sur terre. Il emmagasine de la chaleur autour du globe, et est donc un des paramètres essentiel du climat. La pollution de source anthropique accentue déjà cet effet au point de contribuer à un dérèglement climatique qui risque d'être catastrophique dans certaines régions du monde.

Nous présentons brièvement quelques éléments concernant l'évolution quantitative des GES. Nous laissons le champ libre aux climatologues pour expliquer les incidences de l'augmentation des températures liés à l'accroissement des GES dans l'atmosphère basé sur des mesures et des calculs.

La rédaction de ce chapitre a pour objet d'expliquer succinctement une méthode qui permet d'appréhender le phénomène quantitativement. Mesurer directement les émissions de gaz à effet de serre n'est pas envisageable.

Le Bilan Carbone a pour particularité **la conversion des flux de matières et d'énergies** nécessaires au fonctionnement de tout procédé humain, **en équivalent de GES produit** et rejeté dans l'atmosphère.

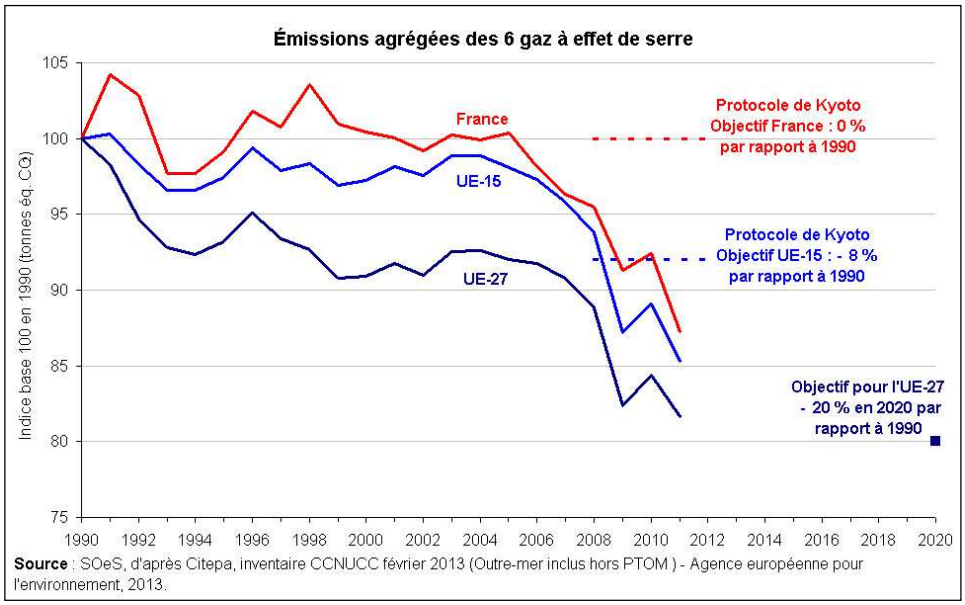
Informations sur l'évolution des GES :



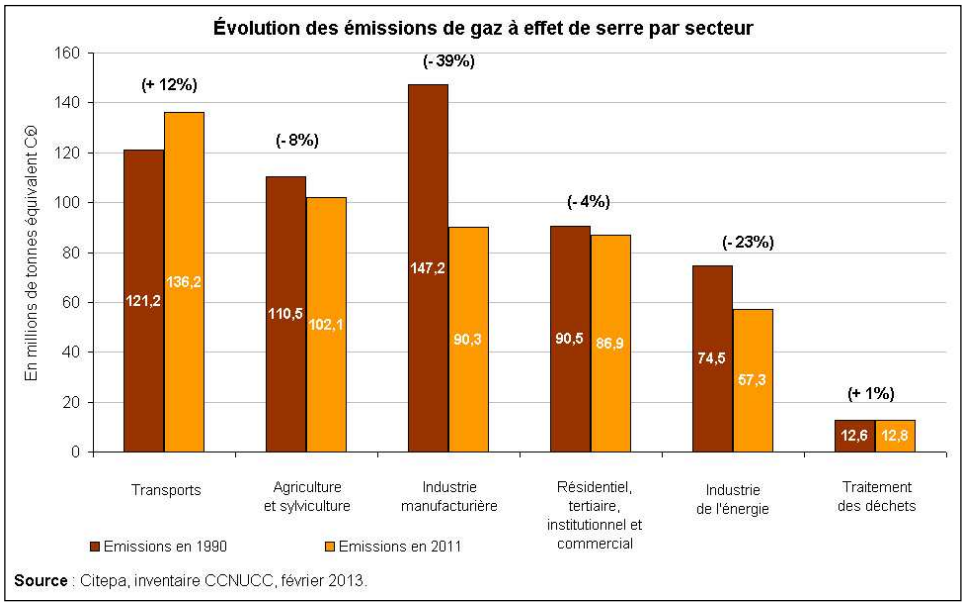
Evolution des émissions agrégées des six gaz à effet de serre en France et l'UE

Entre 1990 et 2011, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la France ont diminué de 12,7 %, allant ainsi largement au-delà de l'objectif de stabilisation fixé par le protocole de Kyoto.

Cette baisse résulte d'évolutions contrastées selon les secteurs : la réduction la plus significative revient à l'industrie manufacturière (- 39 %) alors qu'à l'inverse les émissions des transports sont en hausse de 12 %. Avec 28 % des émissions de GES en 2011, ces derniers demeurent la première activité émettrice depuis 1998, suivis par l'agriculture, l'industrie manufacturière, le résidentiel-tertiaire, l'industrie de l'énergie et le traitement des déchets.



Note : Émissions totales hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt. Les émissions du trafic maritime et aérien international sont exclues.



Champ : Métropole et outre-mer périmètre Kyoto (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion, St-Barthélémy, St-Martin). Note : Les pourcentages indiqués entre parenthèses correspondent à l'évolution des émissions entre 1990 et 2011.

Les gaz à effet de serre (GES) et le Bilan Carbone

Aucun flux ne peut circuler sans énergie. Cette énergie, généralement fossile, dégage du CO2, principal mais pas seul composant (CH4, N2O...) responsable du réchauffement climatique.

Puisqu'il s'agit d'activités humaines, il faut de surcroît tenir compte des flux humains : personnel et visiteurs, c'est-à-dire des leurs moyens de transport.

La méthode est théorique, fait appel à des protocoles et des tableurs (plusieurs modules existent CITEPA, ADEME...). Elle doit être adaptée pour évaluer l'incidence d'une hausse du prix de l'énergie ou d'une taxation généralisée des émissions.

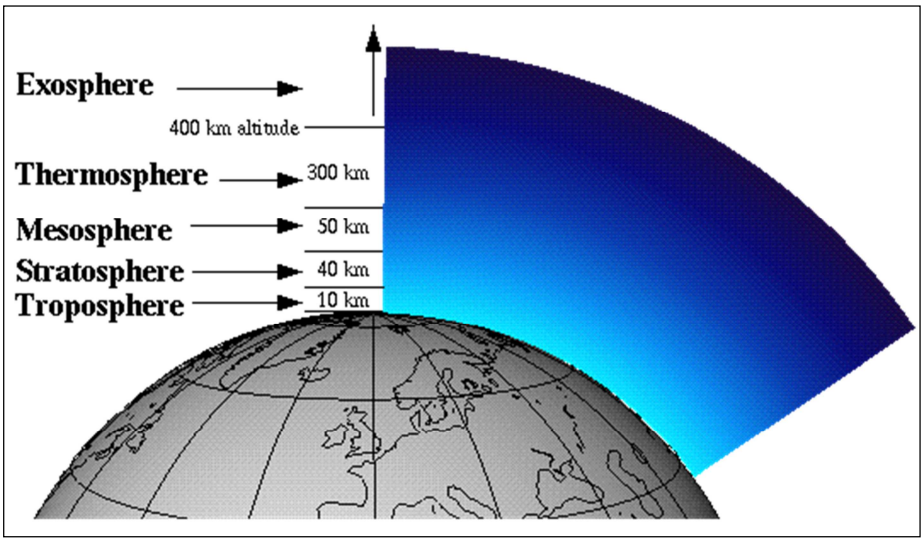
Certaines données utilisées sont basées sur des données observables. Par exemple un litre d'essence génère 774 g/ km de CO2. En conséquence, les GES produits sont égaux à (774xkms parcourus).

Aucun des tableurs maîtres ne comporte de fonctionnalité particulière pour gérer des séries temporelles. Il appartient aux utilisateurs de bâtir des outils qui tiennent compte des émissions intégrales durant la durée de vie d'un projet, en démarrant par les émissions initiales pour terminer par les émissions en fin de vie.
Le Bilan Carbone fournit des estimations et par voie de conséquence l'incertitude doit toujours être affichée de manière explicite avec les résultats.
L'un des points fondamentaux à établir dans l'analyse consiste à mettre sur un pied d'égalité :
. Les émissions de GES qui sont dégagés au sein d'une activité, ou sur un territoire sous sa responsabilité juridique, et
. Les émissions qui prennent place à l'extérieur de l'activité, mais dont elle dépend.
Ces émissions qui figurent dans un Bilan Carbone ne sont pas uniquement celles dans l'entité, mais celles dont elle dépend.
Généralités concernant les protocoles des calculs :
Gaz à effet de serre retenus :
. Seuls sont pris en compte les gaz directement émis, et pas ceux qui apparaissent dans l'atmosphère à la suite de réactions chimiques ou photochimiques (cas de l'ozone troposphérique)
. Seuls sont comptabilisés les gaz émis dans la troposphère, qui est la couche la plus basse de l'atmosphère et non ceux émis dans la stratosphère (cas d'une partie des émissions des avions en vol). Par convention les GES sont concentrés dans la tropopause qui est la limite entre troposphère et stratosphère. Un GES émis dans la stratosphère est exclu des inventaires classiques.
Les gaz qui correspondent à cette définition sont essentiellement ceux repris dans le cadre du protocole de Kyoto :
. Le gaz carbonique (CO_2) d'origine fossile, et l'oxyde nitreux (N_2O) dont la durée de vie dans l'atmosphère est de l'ordre d'un siècle.
. Le méthane (CH_4) dont la durée de vie dans l'atmosphère est de l'ordre de la décennie.
. Les hydrofluorocarbures ($C_nH_mF_p$) dont la durée de vie varie entre quelques siècles à plusieurs dizaines de millénaires.
. L'hexafluorure de soufre (SF_6) dont la durée de vie dans l'atmosphère est de quelques milliers d'années.
Des tableaux de présentation existent.
Chaque gaz à effet de serre possède un Pouvoir de Réchauffement Global (PRG).
Le PRG est donc basé en partie sur des hypothèses des évolutions : de l'épuration future de l'atmosphère du gaz en question, ainsi que de l'évolution de son forçage radiatif.
Par convention, on compare toujours le PRG_n de différents gaz avec celui du PRG_n du CO_2 qui vaut toujours 1 quelle que soit la valeur de n.
Outre l'équivalent CO_2, une autre unité courante de mesure des GES est l'équivalent carbone. Pour le gaz carbonique, l'équivalent carbone désigne le poids du seul carbone (12/44) dans le composé du CO_2, de ce fait l'effet :
. Un kg de CO_2 vaut 12/44 (ratio poids atomiques), soit 0,274 kg d'équivalent carbone,
Pour les autres gaz, l'équivalent carbone est donné par la formule :

(Eq.Carbone)n = poids atomique du gaz en kg x PRG_n à 100 ans x 0,274.

Les PRG sont exprimés soit en équivalent carbone ou en équivalent CO_2. La première mesure est parfois plus facile à appliquer dans certains tableurs.
Toutes comparaisons doivent être basées sur des hypothèses similaires prises en compte dans les calculs. C'est le motif pour lequel l'ISO a établi une norme ISO 14064 de comptabilisation des émissions des GES, l'objet étant de normaliser la méthode dans l'industrie.
Le tableur de la méthode « Bilan Carbone » de l'ADEME, reprend les éléments proposés dans cette norme publiée en mars 2006.

Le trou d'ozone en antarctique
Quelques données essentielles :
. Le rayon de la terre est approximativement de 6400 km,
. L'homme peut vivre dans la biosphère espace à l'intérieur de la troposphère d'une manière stable à des altitudes situées en dessous de 6000 m. Son espace de vie s'articule dans une fourchette correspondant à 0,9‰ du rayon de la terre.
. La plus haute montagne sur terre, le mont Everest, culmine à environ 8.8 km d'altitude,
. L'atmosphère terrestre est constituée de plusieurs enveloppes. La vie est exclusivement présente dans la biosphère qui se situe à l'intérieur de la troposphère, où la plupart des phénomènes météorologiques ont lieu, telle la pluie, la neige et les nuages. Au-dessus de la troposphère se trouve la stratosphère qui est une région où se produisent le trou d'ozone et le réchauffement global de la planète.



La distribution verticale de la pollution atmosphérique
La partie de l'atmosphère concernée par les problèmes de pollution comprend :
. La troposphère (du sol jusqu'à 8 à 15 km d'altitude suivant la latitude), et
. La stratosphère (entre 15 et 50 km d'altitude).
Entre stratosphère et troposphère se situe une fine couche nommé la tropopause. Plus de 90% du poids de l'atmosphère se situe à moins de 10 km d'altitude.
La couche d'ozone, une protection contre les UV émis par le soleil
L'ozone est le composé prépondérant à une altitude de 25 km dans la zone stratosphérique de l'atmosphère. Cette enveloppe de gaz est une protection pour la terre.
La couche d'ozone empêche le rayonnement UV solaire de pénétrer l'espace terrestre préservant l'activité photosynthétique des plantes, et protégeant l'homme contre le risque de cancer cutané et autres mutations génétiques.
De nombreux composés peuvent détruire l'ozone. Une forte corrélation a été mise en évidence entre le déficit en ozone et la présence de radicaux chlorés dans la stratosphère dus à l'émission naturelle de chlorure de méthylène par les océans et aux chlorofluorocarbures (CFC) émis par les activités humaines. Les CFC sont des molécules très stables qui sont transportées dans la stratosphère où elles libèrent le chlore et perturbent ainsi l'équilibre naturel régissant la présence d'ozone à cette altitude.

L'Effet de serre un régulateur de la température sur terre
L'effet de serre est un phénomène naturel lié à l'absorption des rayonnements infra rouge (IR) de grande longueur d'onde, qui sont réfléchis à la surface terrestre par

certains composants présents dans l'atmosphère. Cependant, ce n'est qu'une partie des rayonnements (IR) qui sont réfléchis vers l'espace. Il y a absorption d'énergie qui est transformée en chaleur. Ce mécanisme a permis à la vie sur terre de se maintenir et de se développer à une température moyenne de 15° C. Si l'effet de serre naturel n'existait pas, la température moyenne serait de - 18°C.
Agissant telles les vitres d'une serre certains certain gaz présents naturellement dans l'atmosphère : Gaz carbonique (CO_2), méthane (CH_4), vapeur d'eau (H_2O), ozone (O_3), peroxyde d'azote (N_2O)….. interfèrent avec les (IR) en les empêchant directement de s'échapper vers l'espace provoquant une hausse des températures.
Depuis l'ère industrielle la pollution de l'air ne touche pas uniquement la plus basse couche de l'atmosphère En brûlant d'importantes quantités de combustibles fossiles auparavant emprisonné dans le sous-sol, de grande quantité de gaz carbonique sont libérés que les végétaux terrestres ne parviennent plus à fixer (Cet élément représente environ 40 % de la matière sèche des végétaux). Le gaz carbonique en concentration excessive dans l'air est ainsi rejeté plus haut dans l'atmosphère. Ce phénomène augmente l'effet de serre qui piège la chaleur qui ne part plus vers l'espace. Ce mécanisme contribue ainsi au réchauffement de la planète.

Le tourbillon polaire et la destruction chimique de la couche d'ozone
Situés au-dessus des pôles (phénomène plus marqué au pôle Sud) et dus à des conditions météorologiques particulières, des tourbillons distincts du reste de l'atmosphère se développent quand ces régions sont plongées dans la nuit polaire.
Le tourbillon polaire s'établit dans la moyenne et basse stratosphère. C'est un point-clé pour la destruction de l'ozone, car il isole l'air très froid qui lui est intérieur du reste de l'atmosphère.
Au pôle Sud, dans le vortex qui apparaît pendant l'hiver les températures sont de l'ordre de
- 80° à - 100 °C. Les nuages contiennent alors de fins cristaux de glace qui fixent le chlore et le brome sous différentes formes.
Dès que le soleil réapparaît au printemps, les nuages polaires stratosphériques présents deviennent instables et libèrent de grandes quantités de chlore et brome issus généralement des halocarbures qui détruisent l'ozone en oxygène, et appauvrissent la couche existante.
Cette perte d'ozone n'est pas uniquement restreinte au continent antarctique. Mais, contrairement à la brusque et quasi-totale destruction de l'ozone à certaines altitudes en Antarctique, la perte d'ozone ailleurs est beaucoup moins forte et plus lente : " moins de 1 % par an. Cette tendance est néanmoins très préoccupante et fait l'objet de nombreuses et intenses recherches scientifiques.
De source NASA, en septembre 2001 le trou d'ozone avait atteint une surface égale à trois fois la surface des Etats-Unis.

Accords internationaux interdisant les CFC :
Le premier accord global pour réduire les CFC (qui contiennent chlore, fluor et carbone) fut la signature du Protocole de Montréal en 1987. L'Objectif était la réduction de moitié de leur production et de leur émission à l'horizon 2000. Un accord a été trouvé sur le contrôle de la production d'halocarbures (brome compris) par l'industrie jusqu'en 2030. Les principaux CFC ne sont plus produits par aucun des signataires depuis 1995, excepté en quantités limitées pour des usages essentiels comme en médecine.
Les pays de la Communauté Economique Européenne ont même adopté des mesures encore plus strictes. Ils se sont mis d'accord pour stopper toute production des principaux CFC au début de l'année 1995, et ont également adopté des délais plus courts pour mettre fin à l'utilisation d'autres substances réduisant la couche d'ozone

Les premières estimations laissent à penser que ces restrictions pourraient conduire à un retour à la normale vers 2050 ; l'Organisation Météorologique Mondiale estime que cela aura lieu en 2045, mais de récents travaux suggèrent que le problème est peut-être de plus grande ampleur qu'on ne le pensait jusqu'à présent.

La pollution de l'air de source anthropique

L'air comme eau est un élément indispensable pour les êtres vivants. Chaque jour, un homme respire environ 20 m3 d'air. Celui-ci se compose originellement d'un ensemble de gaz dont la présence et les concentrations correspondent aux besoins de la vie. C'est encore un cas unique dans l'ensemble des planètes connues.

Les sources de la pollution

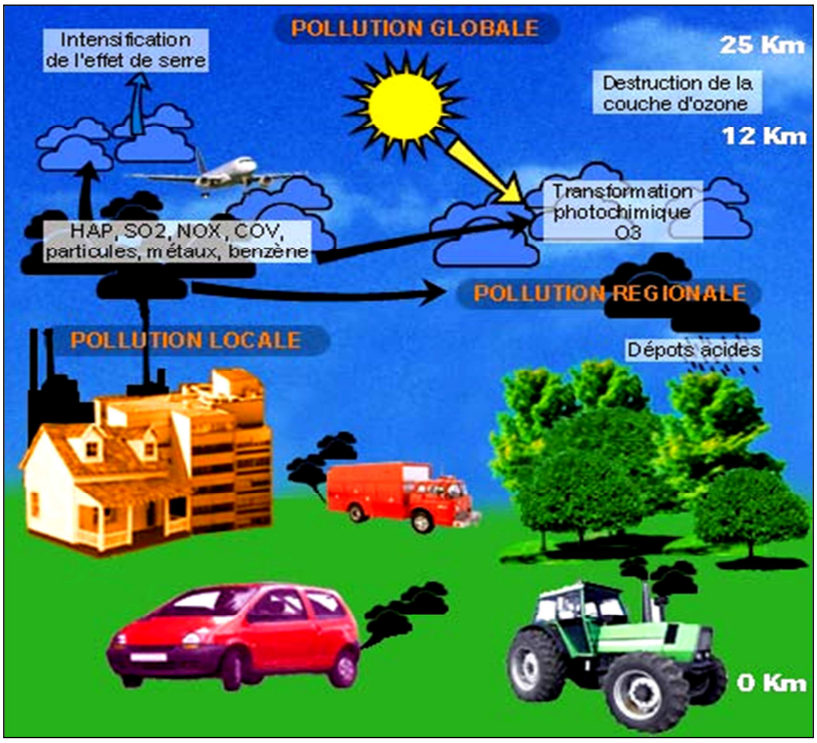
Elles sont d'origines :

- Naturelle comme les poussières extra-terrestres, les éruptions volcaniques et les feux de végétation tropicale, les embruns marins, les pollens, les spores, les bactéries, les décompositions naturelles, la respiration des êtres vivants.

Des particules en suspension dans l'air, appelés aérosols, provenant des éruptions des volcans ou des déserts peuvent être transportées sur de très grandes distances. Par exemple : les poussières de sable du désert du Sahara qui sont transportées par les vents jusqu'en France.

Bien que non négligeables, les sources naturelles qui modifient la composition de l'atmosphère ne s'intègrent que timidement dans les préoccupations actuelles sur la pollution de l'air et des effets néfastes sur l'environnement terrestre.

- De source anthropique (poussières, fumées) dans les plus basses couches de l'atmosphère. Ces émissions sur des échelles temporelles réduites ont des conséquences significatives sur la santé du vivant, et des effets néfastes sur l'environnement terrestre.



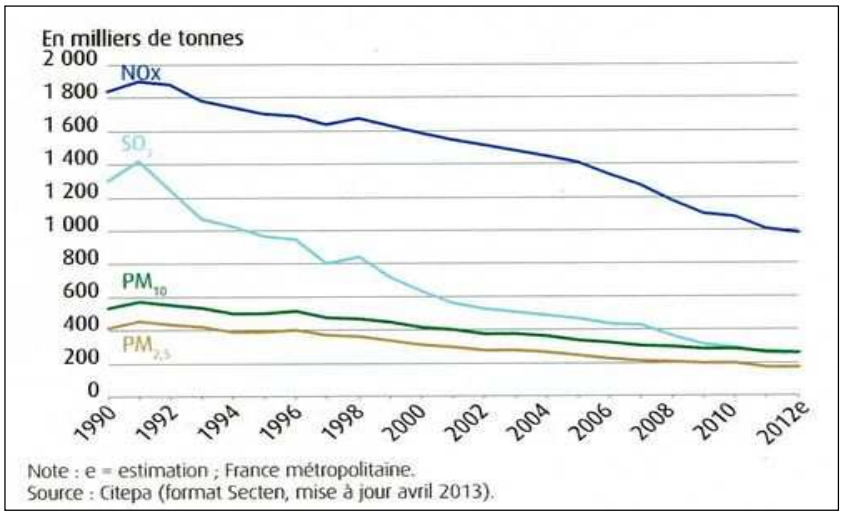
Origines de la pollution anthropique

La production et l'utilisation d'énergie en sont les principaux moteurs (voir figure au-dessus): croissance de la consommation, développement des industries extractives, métallurgiques et chimiques, de la circulation routière et aérienne, de l'incinération

des ordures ménagères et des déchets industriels, le chauffage domestique, ainsi que l'étalement des agglomérations qui a pour corollaire des besoins en transports toujours plus nombreux.
La pollution émane de sources variées qui rejettent **des polluants dits primaires**. Puis, au contact les uns des autres, par synergie et réactions chimiques avec d'autres composants de l'atmosphère, ces "précurseurs" engendrent **des polluants dits secondaires**, même à forte dilution, qui sont très toxiques.
"Ainsi, l'anhydride sulfureux (SO2) va s'oxyder dans l'air en SO3, lequel, à son tour, donnera, avec la vapeur d'eau, de l'acide sulfurique. Il contribuera ainsi, de façon déterminante, avec l'acide nitrique formé à partir des oxydes d'azote, à l'apparition du phénomène des pluies acides, véritable fléau qui sévit dans les pays industrialisés. Ceci n'est qu'un exemple qui illustre la complexité du phénomène et les conséquences d'une simple pollution primaire.




Les principaux polluants
- Quatre gaz sont les principaux responsables de la pollution :
. L'Ozone (O3)
Dans la stratosphère l'ozone protège contre les UV, au niveau du sol il provoque des maladies cardio-vasculaires.
. Le dioxyde d'azote (NO2)
. Le dioxyde de soufre (SO2)
. Le monoxyde de carbone (CO)
À cette liste s'ajoutent d'autres polluants chimiques comme les métaux lourds et les composés organiques volatils (COV) qui comprennent des produits nocifs tels le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).



Evolution des émissions de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, de PM10 et de PM2,5

Entre 1990 et 2012, les émissions de SO2, de NOx, de PM10 et de Pm2,5 diminuent respectivement de 81%, 47%, 52% et 59% en France. L'industrie manufacturière (43%) et la transformation d'énergie (42ù) sont les deux secteurs qui émettent le plus

de SO2 en 2012. Le transport routier contribue pour 55% aux émissions de NOx. les premiers émetteurs de PM10 et de PM2,5 en 2012 sont l'industrie manufacturière (31 et 24%) et le résidentiel/tertiaire (31 et 45%).

- Les particules respirables

On les nomme communément PM, l'abréviation du terme anglais «Particulate Matter».

Elles sont classées en deux catégories selon leur grosseur plutôt que leur composition :

. Les PM2,5 de moins de 2,5 micromètres sont les plus toxiques, et

. Les PM10 d'un diamètre inférieur à 10 micromètres).

Un cheveu humain a de 50 à 150 micromètres de diamètre.

Elles se manifestent sous formes de mélanges hétérogènes de particules solides et liquides en suspension dans l'air. Plus elles sont petites, plus elles sont toxiques parce qu'elles pénètrent plus profondément dans le système respiratoire et peuvent même atteindre le système cardiovasculaire :

Aujourd'hui, on sait que les particules dans l'air constituent l'un des principaux polluants atmosphériques et qu'ils peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont considérés comme cancérigènes.

Selon l'OMS les particules fines rejetées dans l'air sont responsables de 32 000 décès prématurés en France. Le chiffre n'est pas nouveau : il date de 2000. Et pourtant, la thématique des particules est un sujet que l'on découvre.

L'objectif inscrit dans le Grenelle de l'environnement est de réduire d'ici 2015 de 30% la teneur en particules fines de l'air. Pour l'atteindre, des mesures sont envisagées dans le deuxième Plan National Santé (PNS2) destinés à limiter les expositions responsables de pathologies en réduisant les émissions de particules :

▪ Du secteur domestique,
▪ Des installations industrielles et agricoles,
▪ Des véhicules, et
▪ D'Améliorer la connaissance sur les particules,

Afin de protéger la santé et l'environnement de personnes vulnérables ;

Déclinaison des échelles de la pollution

Les phénomènes relatifs à la pollution atmosphérique se déclinent selon des échelles d'espaces et de temps différents. A chacune de ces échelles correspondent des modes de fonctionnement et des problèmes différents :

A l'intérieur de bâtiments :

L'échelle de temps est permanente jusqu'à rénovation.

Les contaminants de l'air se répartissent en trois classes :

Les polluants biologiques (1), chimiques (2) et physiques (3).

- Les polluants biologiques

Parmi eux se trouvent les moisissures et les allergènes.

◦ Les moisissures sont des micro-organismes fongiques, champignons visibles à l'œil nu dans l'environnement intérieur et extérieur.

◦ Les allergènes respiratoires.

Les acariens, les animaux de compagnie comme les chats, les chiens ainsi que les blattes sont les sources principales des allergènes retrouvés dans les habitations.

L'humidité, une ventilation ou aération insuffisante, un nettoyage peu fréquent vont favoriser leur taux dans l'air intérieur.

Les pollutions diverses
Les principaux sont la fumée de tabac, les différents produits de combustion, le formaldéhyde, les composés organiques volatils (COV) dont des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

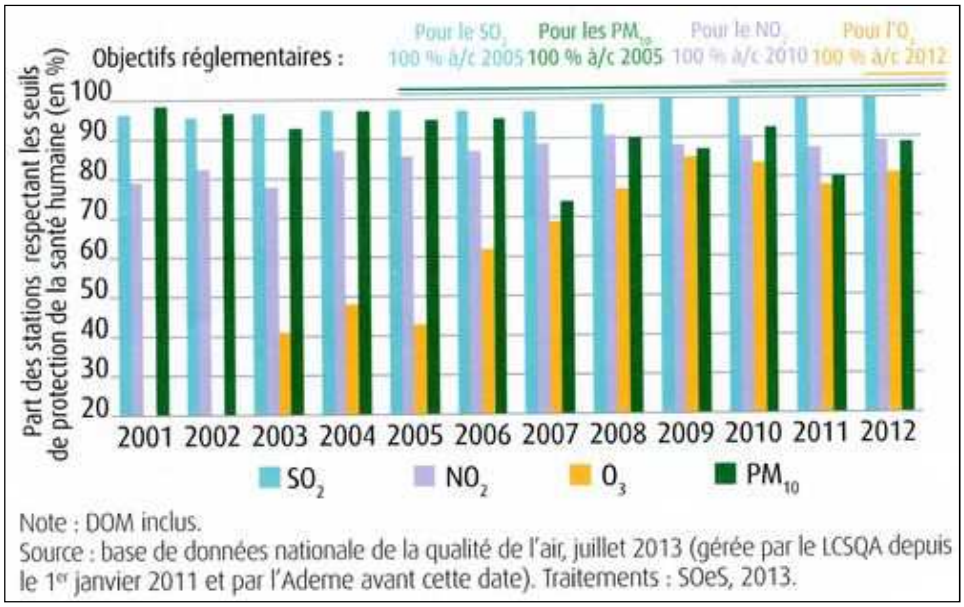
Les produits de combustion
◦ La fumée de tabac est composée d'environ 4000 substances chimiques. De nombreux polluants émis par la combustion du tabac sont présents sous forme de gaz, de particules ou de vapeurs.
Le fait d'être exposé à la fumée secondaire augmentent le risque inhérent de graves maladies comme le cancer du poumon ou autre, l'emphysème, les affections pulmonaires ou cardiovasculaires, etc.

◦ **Les COV**
Ils sont émis de différentes sources comme les produits domestiques, les désodorisants, les nettoyants, les colles, les peintures, les matériaux de construction. Plusieurs sont cancérigènes, neurotoxiques ou encore tératogènes.
Les plus connus sont le benzène, le chloroforme, le toluène pour les substances volatiles ainsi que les pesticides, auxquelles il faut ajouter des substances semi volatiles et certains HAP.
Il est important de réduire leur utilisation, et d'aérer souvent les habitations.
◦ Le formaldéhyde
Au sein des habitations et différents locaux, il y a de nombreuses sources de formaldéhyde. Plusieurs produits de consommation quotidienne tels les meubles, le bois aggloméré, les tapis, les détergents, les cosmétiques, le papier, la fumée de tabac, etc. contiennent des résines d'urée formaldéhyde qui s'en dégagent.
Larmoiement, fatigue oculaire peuvent résulter d'une exposition au formaldéhyde. Il a été classé comme cancérigène probable pour l'humain.

Les polluants physiques
Parmi les polluants physiques, nous retrouvons le radon qui est un gaz radioactif d'origine naturelle, produit par certains sols granitiques, l'amiante minéral naturel résistant à des températures très élevées, se présentant comme un bon isolant thermique. L'humidité et les problèmes qu'elle occasionne fait partie de cette catégorie des polluants physiques ainsi que les champs électromagnétiques. Ce dernier sujet pose toujours des interrogations scientifiquement.
Hormis les ondes électro magnétiques, les autres problèmes nécessitent pour leurs solutions une aération efficace souvent aidé par la mise en place de systèmes de ventilation.

La pollution de proximité
Elle s'inscrit dans des pas de temps assez courts (des heures, un jour, une semaine...) et sur des espaces réduits, depuis des milieux confinés jusqu'à l'échelle d'une agglomération.
Le smog fait partie de ces phénomènes. C'est cette brume, mélange de fumée et de brouillard qui limite la visibilité auquel sont associés particules fines et ozone.
La plupart des polluants classiques atmosphériques (SO2, NOx, CO, O3..) dues aux activités humaines se retrouvent à proximité des villes.
Ils ont des effets néfastes sur la santé, les écosystèmes, et les monuments.
Ce sont eux qui eux qui font l'objet d'alertes d'AIRPARIF en région parisienne quand les pics de pollution d'ozone sont atteints produit par la transformation d'oxygène au contact des gaz d'échappements des voitures et des activités industrielles, sous l'action des UV solaire et de la chaleur.

Par ailleurs, le programme Esmeralda résulte de la collaboration de six régions agréées de la surveillance de qualité de l'air : Haute Normandie, Ile de France, Champagne Ardennes, Picardie, Région Centre, et Nord Pas-de-Calais.
Les objectifs de cette plateforme sont doubles :
. Diffuser quotidiennement des informations relatives à la qualité de l'air au travers de cartographies et de prévisions sur un large domaine incluant intégralement les six régions.



Exposition à la pollution de l'air extérieur.

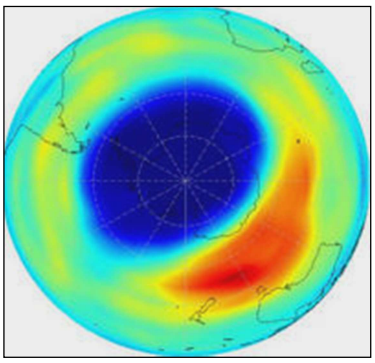
Evolution de la part des stations de mesure respectant les principaux seuils pour la protection de la santé humaine.
Le système de surveillance de la qualité de l'air s'appuie sur un réseau de stations de mesures fixes implantées en majeure partie dans les zones urbaines ou industrielles. Depuis 2009, la réglementation pour le dioxyde de soufre (SO2) est respectée sur toutes les stations de mesure de la qualité de l'air. 89% des stations respectent en 2012 le seuil fixé en moyenne journalière pour les particules de diamètre inférieur à 10um (PM10). Pour le dioxyde d'azote (NO2), le respect du seuil fixé en moyenne annuelle concerne 89% des stations. Pour l'ozone (O3), le seuil de protection de la santé humaine est calculé pour une moyenne de trois ans. 2010 est la première année prise en compte pour le respect de la réglementation. 81% des stations respectaient ce seuil pour la période 2010-2011-2012.

Les pollutions régionales ou à longue distance
Celles-ci sévissent sur une échelle de temps de jours, à proximité comme à des centaines voire des milliers de kilomètres et exercent leurs effets sur des pas de temps mensuels à pluriannuels.
Les principaux problèmes de pollution à longue distance sont l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique.
Les dépôts acides sont dus notamment aux émissions de dioxyde soufre (SO2) et d'oxydes d'azote (NOx). Le dioxyde de soufre se transforme en trioxyde de soufre (SO3) et acide sulfurique (H2SO4).
Les pluies acides se forment ensuite,
. Par l'inclusion de gaz et d'aérosols lors de la formation de gouttelettes de brouillard à l'intérieur d'un nuage, d'une part, puis d'autre part,
. Par la captation d'aérosols et de gaz lorsque les gouttes de pluie tombent.
La pollution planétaire dont l'échelle de temps est de l'ordre des années.

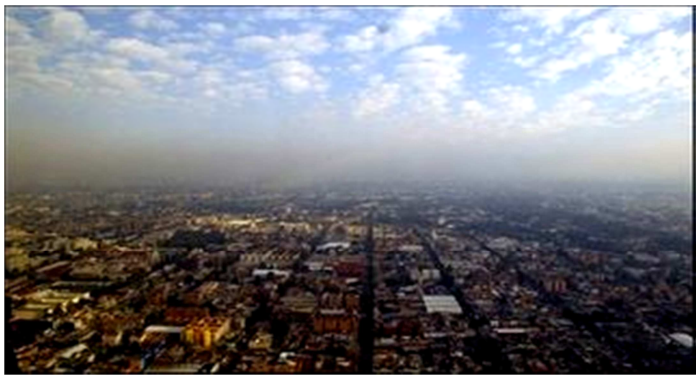
Il s’agit bien entendu des phénomènes de réchauffement climatique et de destruction de la couche d’ozone qui ont été amplement évoqués et qui affectent l’ensemble des équilibres planétaires.
En France, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie est à l'origine de divers plans.
Nous conseillons les lecteurs de consulter le site du Ministère de l’Ecologie, du Développement Durable, des Transports, et du Logement.



L’effet de serre
(Source MEEDDTL- Energie et climat : comprendre le changement climatique



Le trou d’ozone en antarctique en bleu
European Space Agency



La pollution atmosphérique – Mexico City

Trois phénomènes distincts : L’effet de serre, le trou d’ozone et la pollution atmosphérique : mais les deux premiers influents par différents polluants sur le troisième.

La pollution en France : Rapports détaillés (Annexe 6)



Document de 23 pages, accessible sur le site de MEDD
Nous publions ce qui nous paraît essentiel en annexe

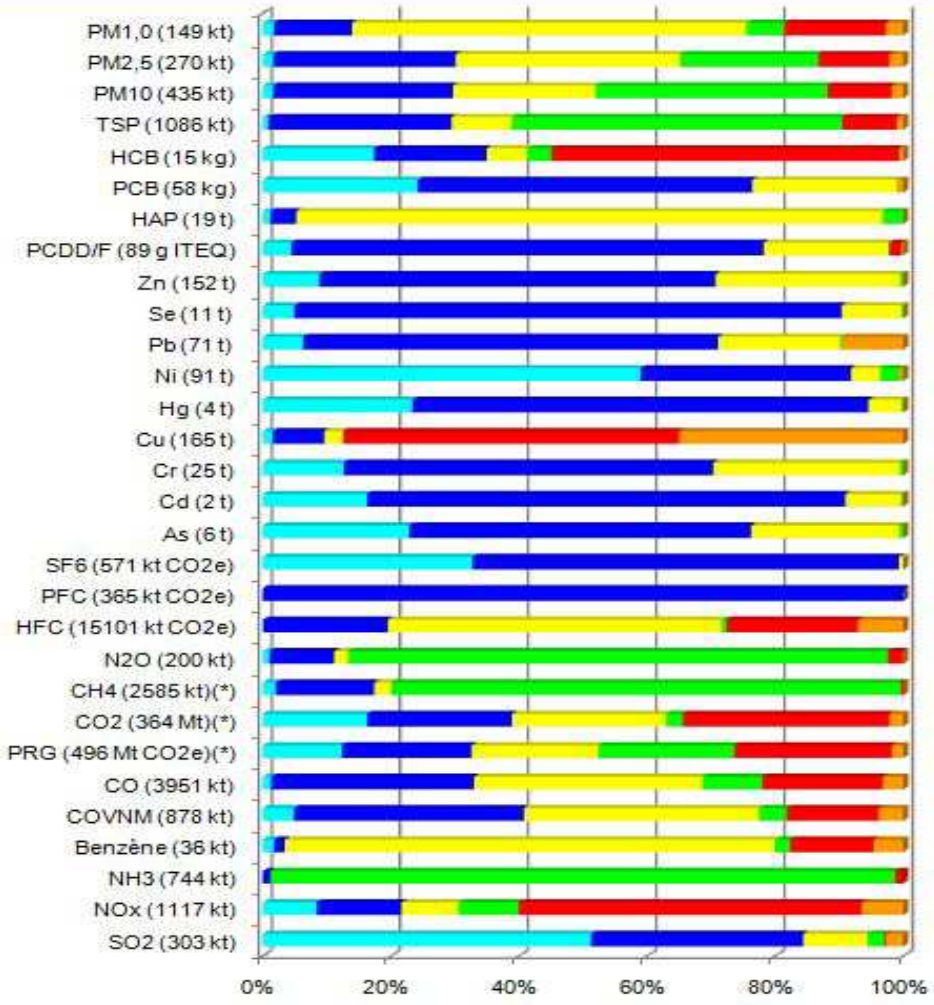
Voir aussi

Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France - Séries sectorielles et analyses étendues
PUBLICATION CITEPA*
Avril 2014
Rapport national 327 pages
www.citepa.org
infos@citepa.org



* CITEPA - Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

Distribution sectorielle des émissions en France métropolitaine
en 2009



PCB = polychlorobiphényles, PCDD/F = dioxines et furannes
COVNM = composés organiques volatils non méthaniques
HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques (somme des HAP tels que définis par la CEE-NU : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et indeno(1,2,3)pyrène)
UTCF = Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt
(*) hors UTCF

Transformation énergie | Industrie manufacturière | Résidentiel/tertiaire
Agriculture/sylviculture | Transport routier | Autres transports

CITEPA / format SECTEN - avril 2011

LES POLLUTIONS CHIMIQUES

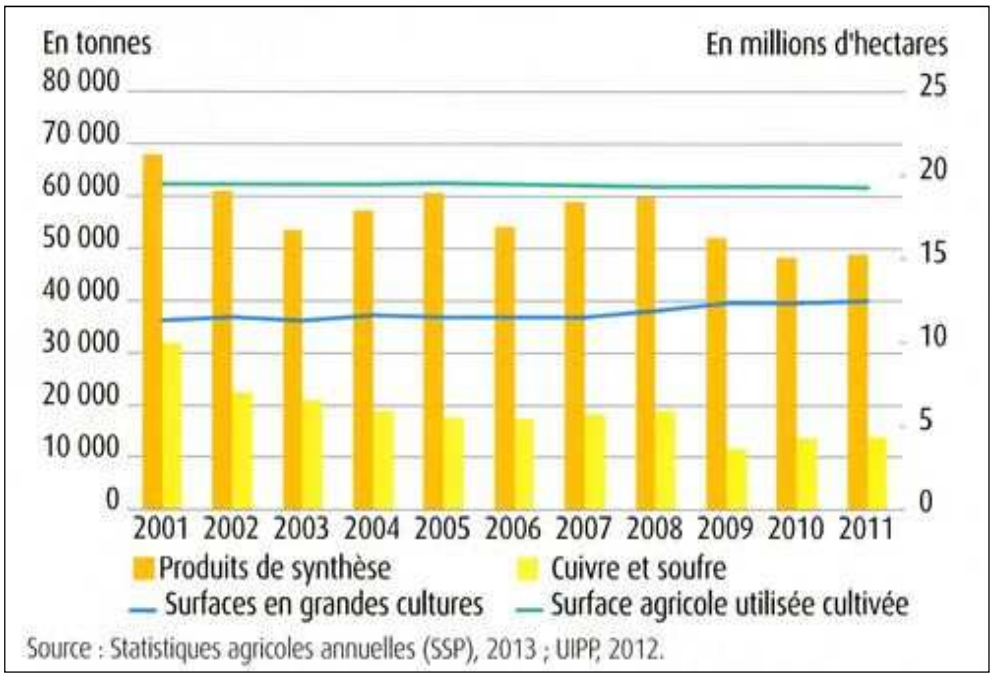
Les pesticides, insecticides, herbicides et fongicides

Des produits chimiques sont indispensables pour éviter les famines, maîtriser les épidémies, protéger la production alimentaire et augmenter la productivité de celle-ci, mais l'utilisation abusive de ces produits porte inévitablement atteinte à la santé publique.



Avion de traitement par pulvérisation

Les pesticides agricoles les plus connus sont : le Limidaclopride avec le Gaucho, le Fipronil avec le Régent, le Clothianidine avec le Poncho, et le Thiametoxam avec le Cruiser. Les herbicides et les pesticides peuvent réduire la disponibilité de plantes et fleurs sauvages, indispensables à la nourriture des pollinisateurs, surtout à l'état « larvaire». Ces produits et les semences enrobées avec des insecticides ou des fongicides, peuvent affecter le sens de la direction, de la mémoire et le métabolisme des abeilles. Les études en laboratoire montrent que certains insecticides et fongicides combinés sont 1.000 fois plus toxiques pour les abeilles, qui sont mortellement empoisonnées.



Evolution des tonnages de pesticides et des surfaces cultivées

La consommation de pesticides est stable depuis 2009, après avoir baissé de 2/3 depuis 2001. Cette situation peut s'expliquer par l'instabilité des marchés, l'évolution

du prix des intrants, la pression parasitaire ou les pratiques culturales. D'autres indicateurs que le tonnage ont été mis en place récemment : le nombre de doses unité (nodu) et l'indice de fréquence de traitement (IFT). La tendance pour le Nodu est à la hausse depuis 2008 ; l'évolution du nombre total moyen de traitements entre 2006 et 2011 ne relève pas de différence significative pour les régions pour lesquelles cette analyse peut être effectuée.

Destruction des abeilles par les pesticides

Les pesticides sont principalement mais pas exclusivement mis en cause dans la destruction des abeilles.

Nous ne pouvons en conséquence qu'évoquer ce problème très sérieux, dans sa globalité.



Abeilles

Une prise de conscience

La majorité des fruits, des légumes et des végétaux qui se régénèrent par leurs graines dépendent du processus de pollinisation. Un grand nombre de ces services de pollinisation sont rendus par des insectes volants, principalement par les abeilles, et cela au niveau mondial.

La FAO (Food and Agricultural Organisation des U.N) estime que sur la centaine de variétés de cultures qui font 90% de la ressource nutritionnelle dans le monde, 71 % dépendent de la pollinisation.

Uniquement en Europe, environ 4000 variétés végétales n'existent que grâce à l'activité des abeilles. D'où l'importance de la préservation des écosystèmes de ces insectes, qui sont malheureusement en déclin.

Il a été constaté que le nombre de colonies d'abeilles a chuté depuis le milieu des années 1960. Le phénomène s'est accéléré en Europe depuis 1998, particulièrement en Belgique, en France, en Italie, aux Pays-Bas, en Espagne et au Royaume-Uni.

En Amérique du Nord, les pertes ont été plus importantes à partir de 2004, et il n'y a jamais eu aussi peu de pollinisateurs qu'actuellement.

Le syndrome a également frappé la Chine, le Japon et en Afrique, le long du Nil.

Parmi les 20 000 espèces de variétés d'abeilles existantes, la plus mondialement connue est l'APIS MELLIFERA qui produit miel, gelé royale, et cire, et sont les pollinisateurs les plus importants pour les monocultures. Sans leur coopération certaines productions végétales accuseraient une réduction de rendement de 90%.

Raisons diverses des surmortalités

L'évolution des conditions de vie des abeilles domestiques et sauvages est étroitement liée aux agro-systèmes où elles vivent et dont elles subissent les pressions : régression et dégradation des espaces naturels et semi naturels, diminution des surfaces en légumineuses, expansion de la culture du maïs (qui ne produit pas de nectar), et baisse de 70% des variétés de fleurs sauvages essentielles à leur existence depuis 1980.

Si aucune mesure de conservation sérieuse n'est prise, plus de 20 000 espèces de plantes à fleurs pourraient disparaître ces prochaines décennies.
Les pollinisateurs comptent aussi de nombreux ennemis comme les bactéries, les virus, et le Varroa un acarien d'origine asiatique qui se nourrit de la larve, de la nymphe et suce l'hémolymphe de l'abeille. D'autres parasites s'attaquent directement aux nids. C'est le cas du petit coléoptère des ruches qui forme des tunnels dans les rayons de cire pour y ingérer les protéines nécessaires à son développement. Il laisse aussi des excréments dans les rayons qui font fermenter le miel et le rendent impropre à la consommation. **
Un prédateur fatal aux abeilles Vespa velutina est parvenu de Chine en France par le biais des transports maritimes. Sa caractéristique est de s'attaquer aux ouvrières des ruches, notamment des espèces Apis mellifera et une espèce proche l'Apis cerana (espèces française). Selon les observations, ce frelon tueur se positionne en vol stationnaire à l'entrée des ruches, attaque les abeilles chargées de pollen pour les tuer en leur coupant la tête avec ses mandibules puissantes et entrainées. Une dizaine de frelons suffisent à condamner une ruche par leur inégalable ténacité... Il parviendrait même à entrer dans les ruches pour dévorer le couvain ce qui pousse à la ruine nombre d'apiculteurs, déjà secoués par la surmortalité de leur cheptel due aux insecticides.



Nid de frelons asiatiques

Il construit un volumineux nid de papier mâché, de cellulose composé de plusieurs galettes de cellules entourées d'une enveloppe faite de larges écailles de papier, striées de beige et de brun. L'orifice de sortie est latéral alors qu'il est basal chez le Frelon d'Europe. Lorsqu'il est installé dans un espace bien dégagé, le nid du Frelon asiatique est sphérique quand sa taille ne dépasse pas 60 cm de diamètre. Mais il peut devenir ovalaire et atteindre jusqu'à 1 m de haut et 80 cm de diamètre quand il est fixé, comme c'est souvent le cas, à plus de 15 m de haut dans un grand arbre (Villemant et al. 2006). Le Frelon asiatique nidifie parfois dans un bâtiment ouvert ou dans un creux de muraille, beaucoup plus rarement dans une cavité du sol. Lorsqu'il façonne son nid dans la frondaison d'un grand arbre, la présence de la colonie n'est décelable que par le va-et-vient des ouvrières dans le feuillage, car le vol du frelon asiatique est beaucoup plus discret que celui du Frelon d'Europe. On ne découvre souvent les nids de Vespa velutina qu'en hiver, lorsque les arbres ont perdu leurs feuilles.

* Source principale de documentation:"UNEP Emerging issues : Global honey disorders and other threats to insect pollinators.
** Abeille mellifère : maladies, parasites et autres ennemis » Coineau Y, Fernandez N , 2007, et le

Rapport du groupe de travail sur les affaiblissements, effondrements, et mortalités des colonies d'abeilles de l'AFFSA.

Utilisation du chlorodecone aux Antilles

Source information : Les dangers d'une mauvaise gestion des sols : La pollution des bananeraies par des organochlorés aux Antilles, (publication INRA-CIRAD)



Une bananeraie traditionnelle en Martinique, n'utilise pas de pesticides mais les propriétés antiparasitaires des impatiens (source INRA)

Pour lutter contre le charançon du bananier Cosmopolites sordicus, des insecticides organochlorés ont été utilisés en abondance.



Larves



Adulte

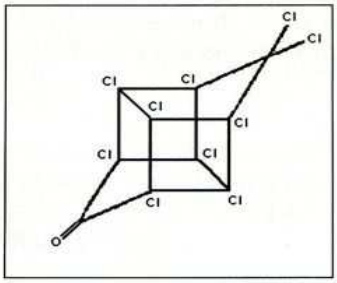
Cosmopolite sordicus

Dans un premier temps, et jusque dans les années 60 à 70 de la dieldrine et du βHCH (hexachlorocyclohexane) ont été utilisés. Ces molécules sont en fin de lessivage et de dégradation.

- Entre 1972 à 1993 un autre insecticide a été utilisé, le chlorodécone. Ce produit a depuis sérieusement contaminé les sols et l'eau. Si les premières contaminations des eaux et des sols ont été mises en évidence dès 1977, c'est l'analyse systématique de la qualité des eaux, captées pour la consommation qui a permis de constater une forte contamination par le chlorodécone, à partir de 1999.

Les rares données décrivant cette molécule et son devenir sont inquiétantes. Elle a :
- Une stabilité élevée et une résistance à la dégradation chimique, biologique ou thermique.
- Une hydrophobie particulièrement élevée, qui produit une faible solubilité et une forte fixation sur la matière organique et sédiments des sols,

Présente une forte rémanence pouvant remettre en cause l'utilisation du sol qui pour certaines cultures comme celles des tubercules et rhizomes (dachines, patates douces) semblent pouvoir la concentrer dans des propositions jugées dangereuses.



Chlorodécone C10 Cl10

Le professeur Belpomme (cancérologue, Président de l'Artac) estime que le niveau élevé de cancers en Martinique est dû à cette situation.
La liste des problèmes sanitaires attribuables au chlorodécone s'alourdit à mesure que progressent les travaux de surveillance de la population de la Martinique et de la Guadeloupe. Outre un impact sur le foie et le système nerveux, un ralentissement du développement du foetus et du nourrisson, il est désormais prouvé qu'il augmente le risque de naissance prématurée, révèle une étude française. Aujourd'hui, la contamination humaine se fait essentiellement à travers l'alimentation : légumes racines, melons, concombres, poissons et crustacés.
Etats des lieux
Une cartographie a été développée pour la Guadeloupe et la Martinique afin de définir les servitudes dans les zones contaminées où la production de légume doit être restreinte.
La surface des sols potentiellement pollués par la chlorodécone aux Antilles est importante (près de 11 400 hectares). Suite aux détections de la contamination de plantes alimentaires dont on consomme les organes souterrains (radis, patates douces…), des arrêtés préfectoraux ont subordonné la mise en culture de ces plantes à une analyse de sols.
Si les sols sont contaminés, la commercialisation de ces productions n'est autorisée qu'à la condition que l'analyse de la récolte soit « négative ».
L'INRA a mis en œuvre avec le CIRAD en 2003 une étude-diagnostic concernant le chlorodécone en Guadeloupe et en Martinique, qui a permis de clarifier la situation :
- Le diagnostic actuel est que les sols sont contaminés pour plusieurs siècles.
- En l'état des connaissances sur les« légumes racines » étudiés, il n'existe pas d'espoir d'un traitement par phytoremédiation.
Cependant, la lutte biologique semble une piste à explorer. Les fourmis myrmicinesTetramo-rium guinense et Pheidole megacephala ont contribué au succès de la lutte contre les charançons dans les plantations de bananiers plantains à Cuba.
. Les bases de tiges de plantes herbacées sont contaminées. Par contre, les fruits d'arbres ligneux sont indemnes (bananes).
La voie de contact n'est donc pas l'unique voie de contamination des végétaux par la molécule de chlorodécone. La diffusion peut s'exercer via les systèmes racinaires, et contaminer des organes aériens, apparemment d'autant plus fortement que ceux-ci seront proches du sol et longs à se former.
. Le stockage dans les sols s'est fait au prorata des apports passés de la substance. 95% de la contamination se retrouve sur 10 cm de profondeur en bananeraies pérennes. Ailleurs, le produit a été incorporé en profondeur par les labours.
Heureusement, la contamination des sols est limitée aux exploitations bananières intensives de la période d'utilisation de la chlorodécone. Il n'y a pas ou très peu de contamination entre les parcelles, ni de transferts superficiels à l'intérieur d'une même parcelle.
. Le décapage superficiel est vain, sauf sous quelques bananeraies pérennes. La biodégradation naturelle, probable pour le βHCH, semble inopérante pour la chlorodécone. Il faudra attendre son lessivage par les eaux de drainage, très lent, et définir des systèmes de culture non alimentaires pour les sols les plus contaminés.

Gestion du risque
Par principe de précaution, des arrêtés préfectoraux visant à limiter le risque de contamination des productions, ont été pris dès 2003. L'avancée des connaissances sur le risque pour la santé humaine, en tenant compte du régime alimentaire des populations, a été traduite par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) en limites maximales provisoires de résidus (LMP) dans les aliments. En deçà de ces limites, qualifiées de provisoires au sens où elles sont assorties de coefficients de sécurité drastiques, il n'y a pas de risque pour la santé humaine. Les travaux de l'INRA et du CIRAD ont pu mettre au regard de ces LMP des aliments

végétaux, des limites de contamination des sols (LMsol) en deçà desquelles on peut récolter des végétaux ne dépassant pas les LMP. Dès lors, un outil de gestion du risque a pu être proposé. Il pourrait permettre de ne maintenir l'obligation d'analyse des récoltes que sur les sols contaminés au-delà des LMsol. Selon cette démarche, les sols demeurant fortement contaminés (impropres aux cultures de « légumes racines » représentent en Guadeloupe 5200 ha (11% de la surface agricole utile) et en Martinique 6200 ha (19% de la surface agricole utile).

Pistes proposées pour la valorisation des zones contaminées

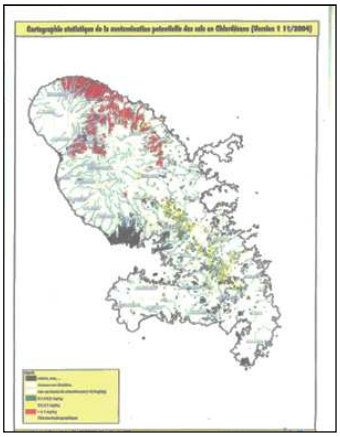
- Sols peu contaminés :

Le développement de référentiels d'aide à la décision établis par plante récolté, uniquement à organe aérien, par type de sol, et par type d'exploitation.

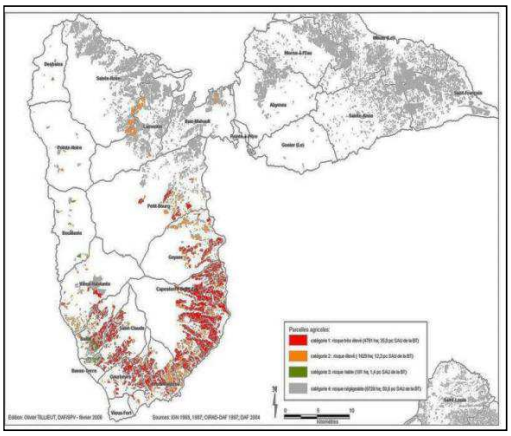
C'est la constitution d'une échelle de valeur permettant la comparaison d'analyses sur des plantes récoltées, par rapport à des normes pré établies ayant une correspondance de risques : élevé à négligeable.

- Des sols moyennement contaminés, uniquement en surface (peu d'espoir pour des légumes à racines : radis, pommes de terre douce...)
- Le décapage localisé pour des cultures « en créneau de temps »

Cartes de risque de contamination des sols aux Antilles



Martinique



Guadeloupe

Risque rouge : très élevé, à gris : insignifiant

Dans les sols qui sont fortement contaminés :

- Introduction de productions non alimentaires destinées à la production de bioénergies biocarburants, biomasse combustible, cultures florales, bois d'œuvre…
- Mais aussi, dans les cours d'eau contaminées :

Application des arrêtés préfectoraux de 2005, interdisant la pêche en rivière dans le sud de la Basse-Terre.

La pollution sera malheureusement présente pour plusieurs siècles. La capacité d'accumulation de chlorodécone dans les poissons et mollusques littoraux et de rivière, et surtout des crustacés de rivière, est très élevée. Il peut atteindre l'ordre de grandeur du mg/kg PF (S. Lemoine & D. Monti, UAG, communication personnelle). Par ailleurs, cette pollution touche les élevages de Macrobrachium rozenbergi, alors même que leur nourriture solide est indemne de chlorodécone. L'entrée métabolique se fait par la respiration branchiale de l'oxygène dissout dans de l'eau. Ce mécanisme suffit à contaminer les crustacés, mais reste inférieure à la LMR de 50 µg/kg PF selon les résultats DCCRF).

Des programmes de recherches ont été proposés pour améliorer la situation :

- Pour les sols

• Etude de la dynamique de la molécule dans les différents sols

• Veille sur la décontamination et/ou séquestration de la molécule dans le sol.
- Pour les plantes
• Un état des lieux exhaustif.
• Etudes des mécanismes de transferts entre le sol et plante.
• Une veille sur la recherche de plantes potentiellement extractrices (phytorestauration).
Le constat est fait qu'aucune des plantes à racines testées : radis, navet, patate douce et igname (grosse Caille), ne montre une affinité pour la chlorodecone supérieure à celle du sol. En conséquence elles ne peuvent être candidates à une phyto-remédiation. La substitution massique maximale serait aussi lente que l'action de lessivage par les eaux de drainage.
- Pour les systèmes de production et sur les ménages
• La contamination des produits animaux.
• L'impact du niveau de contamination du sol sur les filières de production antillaises.
• La contamination des produits transformés.
- Pour la valorisation des sols
• Les conditions agronomiques et socioéconomiques d'émergence de nouvelles filières.
• L'appui au changement et à l'évolution de l'agriculture aux Antilles.
L'Importance d'une saine gestion des sols n'est plus à démontrer !

Pour plus d'informations :
Réf (1) Centre for Atmospheric Science, Université de Cambridge
(2) Ozone, effet de serre, quel rapport ? Réseau action climat France.
(3) Citepa, http://www.citepa.org/
http://www.citepa.org/pollution/sources.htm
(4) La qualité de l'air en Europe, Citeair, http://www.airqualitynow.eu/index.php
(5) http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-essentiel.html
(6) http://www.esa.int/esaEO/SEM563AATME_index_1.html#subhead1
(7) http://www.maxisciences.com/pollution/mexico-ville-la-plus-polluee-du-monde_pic 762.html

Pollution par PCB



Toute pollution qui porte atteinte à la santé publique et à l'environnement est inacceptable**.** Nous évoquons, en citant un exemple, les conséquences dramatiques que peut provoquer un DIS largué dans la nature. Il ne nous appartient pas de prendre partie dans cette affaire, c'est à la justice de déterminer les responsabilités, mais pour des citoyens responsables le cas suscite bien des interrogations :
A quoi servent les multiples organismes de contrôle : CHSCT, CLIS, DREAL…si on doit en arriver là ? Le drame est qu'une pollution puisse arriver d'une usine qui a pour vocation de traiter les déchets industriels contenant des polychlorobiphényles (PCB), fameux cocktail de 209 composés aromatiques organochlorés connu sous le nom de pyralènes, autrefois utilisés dans les transformateurs comme isolants et interdits en France depuis 1987.
Les PCB sont toxiques, écotoxiques et reprotoxiques (y compris à faible dose en tant que perturbateurs endocriniens), ubiquitaires et persistants. Très liposolubles, ils font

partie des contaminants bio-accumulables fréquemment trouvés dans les tissus gras chez l'humain (notamment dans le lait maternel). Ils sont classés comme «cancérogènes probables » pour les cancers hépatobiliaires (cancer du foie), et le PCB 126 cancérogène certain. Les PCB sont rejetés dans l'air et, sous l'effet du vent et de la pluie, retombent au sol et dans les cours d'eau où par ingestion les animaux et les poissons sont contaminés. L'alimentation est donc la première source d'exposition. Par la consommation de ces produits la chaîne alimentaire humaine est bouclée avec des conséquences sanitaires insoupçonnées et traitresses.

Le cas de l'usine APROCHIM (filiale du groupe Chimirec, groupe international) située à Grez-en-Bouère en sud Mayenne est l'exemple dramatique des méfaits de la pollution chimique par les PCB. Installée depuis 1988, il aura fallu attendre les années 2000 pour que l'on constate les premières anomalies dans le sang des salariés, et encore onze années de plus pour découvrir la pollution environnementale autour de l'usine. Aprochim avait reçu, en 2006, un trophée distinguant les technologies propres, attribué par l'Ademe et remis par la ministre de l'écologie de l'époque. En mai 2012, Chimirec va devoir affronter une autre tempête : un procès pour un trafic qui a consisté à diluer pendant des années à Grez-en-Bouère des huiles contaminées aux PCB avec d'autres qui ne l'étaient pas. Ce qui répondait de façon radicale à la difficulté de décontaminer (Le Monde).

Les riverains sont légitimement en colère, d'autant plus qu'il semblerait que les autorités ont tout fait pour minimiser les faits ! Autour de l'usine, les élevages ont été abattus les uns après les autres. Un premier troupeau l'a été en juin, un deuxième en octobre, et trois autres en novembre. Bientôt, il ne restera plus d'élevages autour de l'usine. Les sols sont pollués, et pour combien de temps ?

Ces abattages nous rappellent l'anéantissement du cheptel autour de l'incinérateur de Gilly sur Isère pour motif de diffusion de dioxines.

Autre fait marquant, en 2008 à Grez-en-Bouère, Stéphane Picrouillère avait déposé une plainte auprès du procureur de Laval. Elle avait été classée sans suite, sans même qu'il reçoive de réponse. L'Association « Terre et vie d'Anjou » lui a présenté un avocat d'Angers, auprès de qui relancer son dossier. Ce dernier en est à cinq plaintes, "cinq victimes des pollutions", qui ont été déposées auprès d'un juge d'instruction (Le Monde). Devant la gravité de la situation, l'Agence Régionale de Santé a accepté que des prises de sang soient effectuées sur des habitants, ou personnes exerçant dans un rayon de 500 mètres de l'usine avant la fin de l'année. Il faut savoir qu'on a trouvé des PCB dans des œufs dans des proportions alarmantes jusqu'à 22 fois la norme, ce qui présente un grand danger pour la population qui vit en autoconsommation dans un rayon de quelques kilomètres. On ne s'étonnera pas que la population n'ait plus confiance dans les élus et les services de l'état…

Nous jugeons utiles de reproduire (Le Parisien) quelques avis exprimés lors de cette affaire par :

◦ L'avocat spécialiste de l'environnement, Arnaud Gossement : « La police de l'environnement est éclatée en plusieurs corps de fonctionnaires qui manquent de moyens, Il y a 500 000 installations classées en France mais seulement 1 300 inspecteurs pour les vérifier, ce qui aboutit à un contrôle tous les dix ans en moyenne. ».

◦ Le coordinateur du réseau « risques industriels » de « France Nature Environnement » Marc Senant précise : « *Non seulement il n'y a pas assez d'inspecteurs pour dresser les PV, mais les amendes ne sont pas assez dissuasives pour les pollueurs. Autre difficulté, la recherche de preuves : Comment faire pour retrouver parmi une dizaine d'usines la source exacte de la pollution d'une portion de fleuve par des PCB ?* »

Par ailleurs,

◦ L'association Robin des Bois a porté plainte pour délit de pollution des eaux douces et de mer par les PCB auprès de quatorze tribunaux. Cinq ont déjà « classé l'affaire sans suite, faute de responsable clairement identifié ».

DECHETS, POLLUTION, SANTE
Tout ce qu'il faut savoir…

QUATRIEME PARTIE

- **TECHNOLOGIE ET SANTE**
  Pour plus de renseignements consultez les références bibliographiques
- **LES DECHETS DE MEDICAMENTS ET DE SOINS**
- **L'ELIMINATION DES DECHETS DE SANTE**
- **L'ECOTOXICITE DES TECHNOLOGIES THERMIQUES**
  - La contamination de produits consommables
  - Les dangers sanitaires de composants aromatiques polycycliques
  - Les catastrophes liées à la pollution par dioxines
  - Etude INVS concernant les cancers à proximité des UIOM
  - Les effets sur la santé animale et humaine des éléments traces métalliques (ETM)
- **METAUX ET METALLOÏDES**
  - Les composés organiques traces et organismes pathogènes
- **LES NANO TECHNOLOGIES**
- **LE BISPHENOL A (BPA) : UN RISQUE ALIMENTAIRE**
- **CONCLUSION**

TECHNOLOGIE ET SANTE

Les liens entre risques technologiques et santé

Toutes les technologies comportent des risques

Le risque zéro n'existe pas. Afin de réduire ces risques, il faut compter sur le respect des réglementations, mais aussi sur les comportements civiques des producteurs de déchets.

Il faut rappeler en permanence les implications de gestes maladroits ou irresponsables.

Jeter des seringues ou des matériaux coupants, des piles électriques, des médicaments, des produits toxiques ou radioactifs dans les déchets augmente les risques sanitaires dans la société.

Des dispositions technologiques sont prises pour réduire ces risques, telles que :

- La mécanisation de certaines opérations dans les centres de tri afin de réduire les blessures et les risques pathologiques chez les ouvriers.
- La gestion de l'épandage de composts pour éviter la pollution des sols.
- L'installation d'équipements pour assurer la sécurité industrielle afin d'éviter le risque d'explosion de gaz, ou la dispersion de dioxines dans l'atmosphère qui se retrouveraient dans la chaîne alimentaire.

Faire une analyse complète de ce sujet en quelques lignes est impossible. Notre démarche consiste à rappeler que les problèmes de sécurité sanitaire doivent être traités sans complaisance, et sans orgueil. Il faut aussi se souvenir que ni la terre, ni le ciel ne peuvent continuer à être des poubelles, et que par ailleurs la santé publique ne peut être sacrifiée pour des motifs économiques.

Les chapitres qui suivent concernent les effets sanitaires de la pollution environnementale liée à la problématique « traitement des déchets » ainsi qu'à une exposition aux mêmes polluants produits en milieu industriel, basée sur des renseignements issus d'Institutions reconnues pour leur sérieux. Cependant, nul n'est à l'abri d'erreurs que nous vous prions de bien vouloir nous signaler.

Les facteurs de risques, les voies d'exposition, les relations entre exposition et effets sanitaires sont très divers et complexes. Les composés toxiques et les agents pathogènes ont un impact sur les milieux et les organismes.

Ce qui peut être mis en avant :

Les effets sur les milieux sont particulièrement mal connus (sol, eau et sédiments). Certains indicateurs existent, mais restent indicatifs et ne sont pas toujours reconnus de manière consensuelle. Cependant, il est possible de mettre en avant que l'effet écotoxique de diverses substances est le résultat, d'une part :

. De l'aptitude de matières inertes ou vivantes de se transférer par le biais des milieux de la nature (air, eau, sol) aux êtres vivants, et d'autre part,

. Des propriétés des organismes à résister à une intrusion par des éléments étrangers à leur constitution, et de leur capacité de les cumuler ou les éliminer.

. Des temps d'expositions,

. Des doses limites admissibles ou maximales supportables par les caractéristiques intrinsèques des produits,

Au XVIème siècle l'Alchimiste Paracelse s'était déjà exprimé sur le sujet en ces termes :

«*Tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose qui fait le poison* »

Le passage de la fonction d'oligo-élément indispensable à la vie (végétale, animale et humaine) à celle d'élément toxique dépend de sa composition, de sa concentration et du milieu dans lequel il se trouve.

La fertilisation par des quantités mesurées d'engrais est utile aux cultures. L'épandage à outrance de produits azotés et phosphatés a conduit à l'eutrophisation des rivières et à des modifications des éco systèmes aquatiques, avec pour conséquence une prolifération d'algues et l'asphyxie de certaines espèces de poissons.
Le caractère non renouvelable des sols à échéance des générations humaines fait qu'ils constituent un patrimoine dont la gestion durable doit devenir un objectif majeur.
Durant le dernier siècle, la production alimentaire végétale a été une préoccupation qui a conduit à l'intensification des pratiques agricoles, et à l'oubli des fonctions pédoclimatiques et biologiques des sols.
Ils ont une influence directe sur la qualité de l'air en tant que puits et sources de carbone, et lieux de dénitrification. Les relations sont encore plus directes entre les sols et l'eau. Le ruissellement et l'infiltration entraînent des polluants qui altèrent la qualité chimique et biologique des eaux superficielles et souterraines. Les sols sont un énorme bioréacteur qui assure la décomposition et la transformation des produits chimiques et biologiques, mais leurs capacités de traitement ne sont pas illimitées. Leurs fonctions écologiques sont liées à la biodiversité, aux réactions avec le paysage et les écosystèmes terrestres.

La notion de qualité de la terre va au-delà de la notion de fertilité chimique, biologique ou physique.
Il est important de se préoccuper des dégradations lentes mais irréversibles des sols qui sont récepteurs de pluies acides, polluants organiques ou minéraux, et depuis longtemps supports d'épuration de déchets variés : lisiers, boues, composts…
Il est donc devenu important d'éviter de dépasser les charges critiques de polluants dans les limites de leur pouvoir épurateur, afin d'éviter la dégradation de leur qualité.
La présence de micro polluants (pesticides, PCB, ETM, HAP…) dans les sols peut poser un risque environnemental majeur. Ces produits peuvent provoquer des effets toxiques sur les êtres vivants : micro-organismes, végétaux, animaux et l'homme. Toutefois, cette toxicité n'est pas seulement fonction de la concentration dans le sol, mais également de la spéciation (la forme sous laquelle ils se trouvent). C'est une connaissance de la spéciation qui permet d'évaluer le risque de transfert dans les plantes et les organismes vivants.

Le sol est considéré comme pollué lorsque la teneur d'un élément est significativement supérieure à la concentration naturelle du sol. Cette concentration naturelle également appelée fond pédogéochimique, correspond à la concentration, trace ou majeur, résultant d'une évolution naturelle ou géologique ou pédologique (du sol) en dehors de toute action anthropique. Localement un sol n'est pas pollué s'il présente des anomalies géochimiques naturelles.
En ce qui concerne les polluants organiques, les teneurs naturelles sont faibles hormis dans des sites particuliers (goudronnés, incendiés…). Bien entendu, les teneurs naturelles des molécules synthétiques devraient être nulles.

Dans toutes les techniques de traitement des déchets il faut être attentif au contrôle des mêmes risques sanitaires produits par :
. Des micros polluants organiques et composés volatiles organiques (COV), et des hydrocarbures aromatiques cycliques (HAP)
. Des gaz chimiques (NH3, CO, CO2, NO2, H2S, SO2, HCL),
. Des éléments traces métalliques (ETM),
. Des poussières.
A cela, il faut ajouter les agents pathogènes lorsqu'il s'agit de procédés biologiques.

LES DECHETS DE MEDICAMENTS ET DE SOINS

Les mesures de Prévention

Les médicaments
De par leurs substances actives ils peuvent être toxiques pour l'homme et l'environnement. Ils font l'objet d'une filière d'élimination spécifique (Cyclamed). Qu'ils soient périmés ou non, ils peuvent être rapportés en pharmacie.
Les radiographies
Les médecins conseillent généralement de les conserver afin de procéder par la suite à des comparaisons qui seraient nécessaires. Mais il arrive toujours un moment où l'on souhaite s'en débarrasser. Considérées comme des déchets dangereux, elles ne peuvent pas être jetées dans la poubelle ordinaire. Il faut donc les apporter en déchèterie ou chez votre pharmacien qui les confiera à son tour à des associations comme « Pharmaciens Sans Frontières ». Ces dernières récupéreront l'argent contenu dans ces radios afin de dégager des fonds pour financer des projets à caractère humanitaire.
Les thermomètres à mercure
Aujourd'hui, leur vente est interdite en France. Mais de nombreux foyers en possèdent toujours. Ils sont dangereux lorsqu'ils libèrent le mercure qu'ils contiennent et ne peuvent donc pas être jetés dans la poubelle ordinaire. Il convient de les rapporter en déchèterie.
Les déchets de soins des particuliers (voir DASRI ci-après)
Ils sont produits par les personnes qui se soignent sans faire appel à un professionnel ou une structure de santé. Il s'agit par exemple de personnes diabétiques, porteuses de virus (hépatite, herpès, SIDA) ou atteintes de sclérose en plaques. Ce sont aussi des utilisateurs de traitements ponctuels tels que l'héparine (anti coagulant) ou encore les usagers de drogues.
Ces déchets sont de différentes natures :
.. Les déchets « mous », objets souillés par du sang tels que bandelettes, coton, etc. ;
.. Les déchets solides piquants ou coupants. Ils devraient bénéficier systématiquement d'un conditionnement spécifique des piquants-coupants (boîtes jaunes marquées).
Ces déchets ne doivent en aucun cas être évacués avec les ordures ménagères (triées ou pas). Ils peuvent être à l'origine d'accidents pour les utilisateurs ou leur proche entourage, pour les agents responsables de la collecte et du tri des ordures ménagères, voire des inconnus sur la voie publique.

Actuellement, faute de réglementation claire il est recommandé de ramener les déchets de soins (bien isolés) en déchetterie, mais de préférence après avoir consulté votre mairie ou votre pharmacien.

. Déchets non dangereux
Ceux qui n'ont pas été en contact avec les patients : emballages papiers ou plastiques, déchets métalliques ou du verre, détritus semblables aux déchets ménagers. Ces déchets sont triés, collectés puis traités selon les pratiques mises en place pour les ordures ménagères,

. Déchets dangereux
De soins à risques infectieux (DASRI)
. Anatomiques
Autres
. **Le traitement des déchets d'activités de soins (DAS)**

Ces déchets sont généralement classés en :
Pharmaceutiques,
- Chimiques (dont sous-catégorie particulière, celle contenant des métaux lourds)
- Radiologiques (gaz et liquides contaminés par la radioactivité), ou
- Génotoxiques (dérivés oncologie-traitements cancéreux de types vomissements et selles)

Ces déchets sont issus des activités de diagnostic, de suivis et de traitements préventifs, curatifs ou palliatifs, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.
La manipulation et le traitement de déchets de soins à risques nécessitent des précautions pour éviter blessures et transmission de maladies.
En moyenne, un échantillon représentatif de déchets de soins contient :
- Déchets non infectieux : 80 %
- Déchets infectieux et pathologiques : 15 %
- Déchets perforants : 1 %
- Déchets chimiques ou pharmaceutiques : 3 %
- Flacons pressurisés, thermomètres cassés : moins de 1 %

La gestion des DAS
Le personnel hospitalier et les sous-traitants doivent être informés des risques, et formés à l'application de bonnes pratiques concernant la manipulation de ces déchets afin d'éviter les accidents sanitaires.
Cette démarche implique une définition des responsabilités, l'allocation des ressources humaines et financières, et la gestion des stocks.
Ces déchets doivent être séparés dès leur production dans des sacs et conteneurs adéquats, et entreposés dans des locaux destinés à leur usage. Les délais de stockage, l'enlèvement, le prétraitement, les conditions du transport et l'élimination sont réglementés.
Une discipline draconienne doit être exigée dans l'exécution de toutes les manipulations.

Producteurs et détenteurs de DAS et DASRI
Parmi les producteurs de DAS, on peut distinguer :
. Le secteur hospitalier et les cliniques, les banques de sang, les établissements de recherche et d'enseignement, l'industrie pharmaceutique, les professionnels de la thanatologie…
. Le secteur diffus : les médecins libéraux, les cabinets de soins de ville, les dentistes, les laboratoires d'analyses médicales, les vétérinaires, les patients à domicile, les malades en auto médication, …
De ce qui précède les déchets se présentent en différents lieux, en quantités variables dans :
- Les hôpitaux, et les établissements de tailles diverses géographiquement dispersés,
Ou en quantités diffuses pour :
- Les soins des ménages, et les personnes en automédication : diabétiques, insuffisants respiratoires, insuffisants rénaux, porteurs de virus (herpès, hépatite, sida...)

Etant donné qu'ils peuvent présenter des risques infectieux, chimiques et toxiques, ou radioactifs, des moyens doivent être mis en place pour protéger :
- Les patients hospitalisés,
- Le personnel de santé,
- Les agents chargés de l'élimination des déchets,
- L'environnement,

A tous les stades de production et d'élimination des DAS.

Composition des DASRI

- Matériaux non perforants infectieux qui ont été en contact avec du sang ou ses composants :

. Les bandages, les compresses, les déchets venant de patients en isolement (y compris leurs résidus alimentaires), les flacons de vaccins utilisés ou périmés, les écouvillons, le linge de lit et les matériels contaminés par des agents pathogènes humains, ainsi que les excréments provenant des patients..

. Les déchets anatomiques humains.

- Objets perforants infectieux utilisés sur l'homme ou l'animal, tels les seringues, les aiguilles, les lames de bistouri, les dispositifs à perfusion, le verre cassé et tout objet susceptible de provoquer une perforation cutanée.

Ils « présentent un risque infectieux dès lors qu'ils contiennent des microorganismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'en raison de leur nature, de leur quantité ou de leur métabolisme, ils peuvent causer la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants ».

Des seringues contaminées peuvent être responsables de la transmission du virus de l'hépatite B (HBC), l'hépatite C (HCV), et du Sida (VIH).

- Matériels ou produits laissés à l'abandon :
- Piquants ou coupants, qu''ils aient été ou non en contact avec un produit biologique,
- Produits sanguins à usage thérapeutique incomplètement utilisés ou arrivés à péremption,

Dans le cas où les différentes classes de déchets ne sont pas séparées, c'est l'ensemble des déchets d'activités de soins qui doit être considéré comme infectieux.

Le suivi du flux des déchets

- La production-réduction des déchets

La réduction implique un examen des procédures d'achat afin de réduire leurs volumes, notamment celui des suremballages. Cela peut impliquer des modifications dans le choix des lots et les fréquences des commandes ; le contrôle des inventaires, mais aussi, un changement des comportements pour éviter le gaspillage.

- La gestion des stocks :

. Les commandes doivent être conformes aux besoins (s'applique en particulier aux produits instables)

. L'utilisation des produits les moins toxiques.

. La date limite de validité de tous les produits doit être vérifiée à la livraison.

. Les lots de produits les plus anciens doivent être utilisés d'abord.

. Le contenu des récipients doit être entièrement utilisé.

- La collecte des déchets d'activité de soins (DAS) :

Des conteneurs appropriés (hermétiques ou pas) de contenance suffisante doivent être utilisés. Les risques d'exposition des personnels soignants et des personnes chargées de l'évacuation des déchets, et de toute la communauté concernée doivent être examinés avec soin.

Les bonnes pratiques concernant l'isolement, et les transferts de matériels perforants doivent être mises en place. Les risques d'infraction aux règles sanitaires et leurs conséquences ne doivent pas être sous-estimés.



La borne de collecte sécurisée DEMETIS et la mini-borne (source internet)

Le tri des déchets

Il faut distinguer les catégories de déchets à trier.

. Les déchets non dangereux (assimilés aux ménagers) peuvent être recyclés.

. Les déchets organiques biodégradables et non infectieux (déchets alimentaires non contaminés) peuvent être compostés, puis éventuellement utilisés sur place. Ces démarches contribuent à réduire les déchets et le coût d'élimination.

. Les DAS sont triés sur place au moment où ils sont produits.

Le chromo codage

Un système de codage au moyen de couleurs doit permettre de repérer les conteneurs dans lesquels les déchets doivent être entreposés une fois triés.

- Le traitement des flacons :

- Les actions pour réduire le gaspillage :

. Surveiller les dates limites d'utilisation des vaccins et autres produits pharmaceutiques.

. Envisager un retour des flacons au fabricant, ou les recycler.

. En fin de vie : les éliminer.

- Le recyclage :

. Etudier la possibilité d'un nettoiement à l'eau et avec une solution chlorée à 0,5 %, ou la stérilisation par ébullition ou par la vapeur, suivant l'installation disponible, et :

. Réutiliser les flacons vides et propres pour y mettre, par exemple, de la pommade ou du violet de gentiane, ou les vendre.

. Stériliser les flacons fermés avant de les introduire dans la filière municipale de gestion des déchets, et les mettre dans une fosse protégée, bouchés ou non. Les compacter si possible.

. Ni incinérer, ni brûler des flacons :

Fermés, ils explosent, et ouverts, ils fondent et peuvent obstruer la grille de l'incinérateur.

L'ELIMINATION DES DECHETS DE SANTE

Le traitement des aiguilles et des seringues

Ces opérations sont destinées à réduire le risque de contamination par transmission microbienne et virale, et de détruire ou rendre inaccessibles les dispositifs médicaux à usage unique (matériels perforants).

. La séparation

Cette démarche contribue à réduire les volumes des déchets.

Les aiguilles peuvent être séparées des seringues immédiatement après injection au moyen de petits appareils qui fonctionnent manuellement, mais il existe diverses techniques pour les séparer. Ils sont par la suite collectés dans des conteneurs rigides, résistant à la perforation.

. La désinfection

Une fois rendue inutilisable, la seringue doit être désinfectée avant d'être éliminée par la filière communale d'élimination des déchets ou autres procédés.

Des équipements sophistiqués existent sur le marché.



La désinfection chimique consiste à verser un produit chloré, ou d'un autre type, sur les seringues. Ce type d'opération réduit le risque d'infection en cas de piqûre accidentelle.

Cependant, il sera nécessaire de traiter l'effluent chimique !

. Le déchiquetage

. La destruction par fusion

Certains appareils procèdent à la destruction des aiguilles par fusion. Ces dispositifs En raison du risque de contamination, seules les aiguilles et les seringues désinfectées doivent être ainsi traitées. Ces appareils rotatifs, parfois de type industriel, requièrent du personnel compétent pour leur fonctionnement, demandent de la maintenance et doivent être manipulés avec soin.

. L'encapsulation des aiguilles

Ces opérations s'effectuent en ajoutant un matériau immobilisant et scellant les conteneurs (en utilisant par exemple du ciment). Une fois les aiguilles encapsulées le bloc qui les contient peut être éliminé dans une fosse ou introduit dans la filière municipale d'élimination des déchets.

Le principal avantage d'un tel processus est qu'il réduit efficacement le risque d'accès aux déchets d'activités de soins dangereux par les récupérateurs.

. Le traitement chimique

Les produits chimiques sont souvent dangereux et nécessitent des précautions particulières pour leur utilisation. Ils génèrent des eaux usées polluées qui nécessitent à leur tour d'être traitées. Cependant, ils ne peuvent être exclus du traitement de déchets liquides comme le sang, les urines, les excréments ; ou les canalisations d'hôpitaux.

« La désinfection est parfois nécessaire avant incinération »

. Le traitement thermique

Pour des considérations écologiques, la stérilisation thermique devrait avoir la préférence sur la désinfection ; les effluents chimiques doivent être neutralisés avant élimination.

Ces techniques sont parfois une alternative à l'incinération des DASRI. Leur intérêt est qu'il n'y a pas de rejet atmosphérique.

Remarque concernant le traitement chimique et le traitement thermique

Des déchets spéciaux tels que les produits pharmaceutiques et cytotoxiques ne peuvent pas être stérilisés, ou neutralisés avec des produits chimiques.

Certains procédés génèrent des eaux usées contaminées qui doivent à leur tour être traitées.

Couplée à un broyage, une réduction importante du volume des déchets peut être obtenue, de l'ordre de 80% ».

. L'autoclavage

C'est un processus thermique à température peu élevée, sous pression, conçu pour mettre en contact directement la vapeur avec les déchets pendant un temps suffisant pour les désinfecter. C'est une technologie écologiquement rationnelle, et bien connue des établissements sanitaires.

Les petits autoclaves sont d'utilisation courante pour la stérilisation des instruments médicaux. Pour ceux utilisés pour des DAS plus volumineux, il est fait appel à des systèmes plus complexes, qui sont en conséquence plus coûteux.

La préparation des matériaux peut nécessiter un laminage pour réduire les pièces individuelles et avoir une plus grande efficacité de traitement.

Il peut y avoir besoin d'une chaudière avec des émissions qui nécessitent des contrôles.

Les coûts d'installation et de fonctionnement sont relativement élevés.

Les machines de désinfection thermale françaises répondent toutes à des normes strictes et sont homologuées par le Ministère de la santé.

. Les micro-ondes

Ce type de désinfection se fait par la vapeur.

Les micro-ondes sont générées par un champ électromagnétique à haute énergie qui chauffe rapidement le liquide contenu dans les déchets causant la destruction des éléments infectieux.

Les déchets passent à travers un processus préparatoire de tri, avant d'être laminés, humidifiés et traités dans une chambre d'irradiation. Finalement, ils sont passés au compacteur avant d'être éliminés avec les O.M. Il n'y a pas de réduction de poids.

Ce procédé est sophistiqué. Les coûts d'investissements et d'exploitation sont élevés. Seuls des déchets solides peuvent être traités uniquement après laminage.

. La collecte et l'entreposage

Ces déchets doivent être conditionnés et identifiés pour les différencier des autres déchets.

La manipulation concerne les conditions de collecte, de pesage et d'entreposage.

Les locaux de stockages doivent être interdit au public ; être ventilés et éclairés ; équipés d'une arrivée d'eau et d'une évacuation des eaux usées ; les sols et murs doivent être lavables et les lieux nettoyés régulièrement ; ils doivent être protégés de la chaleur et de la dégradation, des insectes et de l'intrusion des animaux.

- Les producteurs générant :

. Moins de 5 kg/mois (majorité des professionnels) peuvent les stocker pendant 3 mois.

. Entre 5 kg et 100 kg/mois, le délai de stockage est réduit à 7 j ;

. Pour des quantités supérieures à 100 kg /mois il y a obligation de destruction dans les 72 heures.

Il est clair que déchets infectieux et non infectieux ne doivent à aucun moment être mélangés.

. Le transport sécurisé des DASRI

Le principe de base du transport sécurisé est le tri des déchets non infectieux et infectieux et

L'utilisation de collecteurs de sécurité pour jeter les aiguilles et autres objets coupants après utilisation.

Les déchets infectieux doivent être décontaminés avant le transport vers le lieu d'élimination final.
Le transport des DASRI doit être conforme à la réglementation.
La protection des chauffeurs doit être assurée. Les cabines de conduite doivent être isolées, et les chauffeurs correctement équipés.

L'élimination des DASRI

. L'enfouissement

L'enfouissement des DASRI n'est pas recommandé et ne doit être utilisé que comme dernier recours. Lorsque cette solution doit être appliquée, il convient de les éliminer dans une décharge sanitaire et les couvrir rapidement.
La zone doit être identifiée. La fosse doit être clôturée, et recouverte d'une membrane de même que les côtés. Les derniers 50 cm doivent être remplis avec des matériaux compacts avant d'être scellée au moyen de ciment.
Dans le cas de déchets perforants une fosse couverte avec un accès limité doit être utilisée, et remplie de ciment une fois pleine.

. L'Incinération contrôlée

Les avantages de l'incinération contrôlée des déchets est la diminution du volume et l'élimination du risque pathogène, de matériel ayant servi à la préparation de la chimiothérapie anti cancéreuse, de médicaments périmés, de déchets d'Agents Transmissibles Non Conventionnels (ATNC) type Encéphalopathie Spongiforme Bovine, d'animaux contaminés.

. Le petit incinérateur in situ

Ce processus a des inconvénients : le coût élevé de l'investissement et des frais de fonctionnement des technologies modernes, la nécessité de disposer d'un personnel compétent pour la maintenance et l'exploitation du système, le risque d'émissions toxiques aériennes si l'appareil n'est pas muni d'un système de protection.
Il y a besoin d'espace disponible, et il faut tenir compte de la réglementation.
En France, ce type d'équipement en établissement hospitalier devient rare.

. L'UIOM et centres d'incinération de déchets spéciaux

Certaines unités d'incinération d'ordures ménagères, et des centres d'incinération de déchets spéciaux ont été aménagées pour traiter ces déchets (exemple : Valorena, Nantes).

La réglementation concernant les DASRI et DIS

Les déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (DASRI), et les déchets dangereux doivent être collectés séparément (Article L 541-2 du Code de l'Environnement). Les conditions de stockages sont spécifiques.
Le décret n°97-1048 du 6 novembre 1997 modifie le code de la santé publique pour préciser les dispositions relatives à l'élimination des DASRI, et des pièces anatomiques. Le transport doit être assuré avec des véhicules réservés (arrêté du 7/9/1999). Le compactage de ces déchets est interdit (arrêté du 7/9/1999).
Ils peuvent être :
Désinfection par des procédés agréés (listes de la circulaire du 29 mai 2000), sauf
. Les produits spéciaux définis par la circulaire du 26 juillet 1991 (sels d'argent, mercure, radioactifs, explosifs), ou
. Les pièces anatomiques qui seront incinérées (arrêtés du 7 septembre 1999, 23 août 1989 et 20 septembre 2002).
La désinfection peut également être un prétraitement avant incinération. Il ne faut pas oublier que la désinfection est effectuée avec des produits chimiques, qu'il faut à leur tour traiter. Incinérés (Code de la Santé Publique, arrêtés du 10 octobre 1996 et 20 septembre 2002).
Les déchets dangereux font l'objet d'une élimination définie dans le décret 2002-540 du 18 avril 2002.
Les déchets à risques chimique, les déchets radioactifs et génotoxiques sont traités selon des procédures distinctes.

Le compostage de la matière organique (non infectieuse) est possible sous réserve de l'accord du Comité Départemental de l'Hygiène.

Résumé des Technologies du traitement des DASRI

Les options appliquées selon les situations :

Options techniques	Déchets Infectieux autres que les plastiques	Déchets anatomiques	Déchets perforants	Déchets pharmaceutiques	Déchets chimiques
. Neutralisation	non	non	non	oui	non
. Autoclavage à la vapeur	oui	non	oui	non	non
. Traitement par micro-ondes	oui	non	oui	non	non
. Encapsulation	non	non	oui	oui	petites quantités
. Traitement chimique	oui	non	oui	non	non
. Elimination par le réseau d'eaux usées	non	non	non	petites quantités	non
. Incinération à:					
.. Basse temp (>800℃)	oui	oui	non	non	non
.. Moyenne temp. (800-1000℃)	oui	oui	oui	non	non
.. Haute temp. (> 1000℃)	oui	oui	oui	---------petites quantités--------	
. Enfouissement	oui	oui	oui	---------petites quantités--------	
. Enfouissement pour déchets perforants	non	non	oui	petites quantités	non
. Divers				--------- **Retour aux fournisseurs des produits**	---------
			dont la date de validité est	**atteinte**	**inutilisés**

Conditionnement des DASRI

Normes AFNOR pour le conditionnement des DASRI

Emballages	Contenances usuelles	Normes	Nature des DASRI concernés	Exemples de DASRI
Fûts et jerricanes pour DASRI liquides		NF X 30-506	Déchets liquides	Urines, liquides biologiques
Boites à aiguilles et collecteurs	0,6L-1L-2L	NF X 30-500	Déchets piquants coupants, tranchants	Seringues, lames, scalpels, ciseaux
Fûts et jerricanes, Plastiques	25L-30L-50L	NF X 30-505	Déchets piquants coupants, tranchants, déchets mous	Tubulures, compresses souillées, poches de sang, ciseaux
Caisses en carton avec sacs en plastiques (Emballages biologique combinés)	12L-25L-50L	NF en 12740 (norme NF X 30-507 en cours d'élaboration Publication avril 2009)	Déchets mous et boites pour PCT	Pansements et compresses imbibées de sang ou de liquide
Sacs plastiques	<110L	NF x 30-501	Déchets mous	Pansements et compresses imbibées de sang ou de liquide biologique

Les effluents liquides

Spécificités liées à l'activité des établissements de Santé
Les effluents liquides des établissements de santé entrent dans 3 catégories :
. Ménagers
. Hospitaliers (blocs opératoires, radiologie, médecine, laboratoires…)
. Industriels (blanchisserie, cuisine, chaufferies, garages, parkings, les eaux pluviales…)
Un CHU consomme de 400 à 1000 litres d'eau par jour et par lit, ce qui contribue à la dilution des effluents. L'activité des installations nécessaires au fonctionnement d'un

établissement de santé engendre des rejets liquides soumis à des règles proches de celles applicables à l'industrie. Ces rejets entrent pour partie dans la liste des effluents ayant un impact sur l'environnement. Ils sont donc soumis à des valeurs limites et font l'objet de prescriptions particulières en cas de pollution accidentelle. Ils peuvent faire l'objet d'une convention spéciale de déversement d'un stockage d'au moins un an et d'un contrôle préalable avant évacuation aux conditions avec le gestionnaire du réseau d'assainissement.

Généralités

D'une manière générale, tous les effluents proches des rejets « urbains » sont autorisés à rejoindre le réseau public s'il y a accord explicite du gestionnaire de ce réseau. Dans le cas contraire, l'établissement de santé assure un traitement préalable.

Un simple dégrillage suffit en général, sauf dans le cas de services contagieux pour lesquels une désinfection préalable est nécessaire (circulaire 429 du 8 avril 1975).

Il ne peut y avoir de rejet de produits susceptibles d'amener le réseau public à une température supérieure à 30° C et/ou un pH de plus de 8,5 (Circulaire du 9 août 1978 et du décret du 3 juin 1994).

La réalisation et l'entretien des réseaux d'assainissement et des techniques associées sont précisés dans l'arrêté du 6 mai 1996, la loi sur l'eau et la réglementation ICPE.

- La réglementation sanitaire départementale et des ICPE si elle s'applique à l'établissement, concerne des rejets de type :

. Ménagers

Tout ce qui n'est pas contagieux peut aller à l'égout (circulaire du 9 août 1978).

Les détergents doivent être biodégradables à 90 % (décret 87 – 1055 du 24 décembre 1998).

. Industriel

. Blanchisserie (voir réglementation ICPE ou règlement sanitaire départemental (RST)

Maîtrise de la température et du pH.

. Cuisine

Les effluents peuvent être rejetés s'ils ne dégradent pas les réseaux publics (circulaire du 9 août 1978). La nécessité de la mise en place d'un bac dégraisseur interposé entre l'installation et le réseau collecteur peut-être nécessaire...

. Déchets des services techniques, garages, parkings.

L'élimination des huiles est définie par l'arrêté du 28 janvier 1999 et doit être réalisée par un organisme agréé.

.Soins hospitaliers (non exhaustif) :

. Liquides biologiques des patients

Si les patients ne sont pas contagieux, les rejets vont à l'égout, sinon ce sont des DASRI.

. Rejets des laboratoires

Le guide de bonne exécution des analyses de biologie médicale définit certaines conditions particulières d'élimination notamment pour les DASRI (arrêté du 26 novembre 1999), sinon il faut se référer aux Fiches des Données de Sécurité des produits utilisés (FDS ou MSDS).

. Blocs opératoires

Conformément au Code du Travail, il est nécessaire de contrôler annuellement les systèmes d'assainissement locaux, à pollution spécifique.

. Radiologie

Il est possible de récupérer la part d'argent qui reste dans les bains, soit environ 50 % (circulaire du 4/8/1980).

. Balnéothérapie
Il est interdit de rejeter les eaux de bassins directement dans les égouts. La législation sur les piscines publiques est à respecter (code de la Santé Publique : arrêté du 7 avril 1981 et décret 94-469 du 3 juin 1994)
. Médecine nucléaire
Le Code de la Santé Publique de protection contre les rayonnements ionisants et les sources scellées doit être respecté. En ce qui concerne les sources de radiation non scellées, la circulaire 2001-323 du 9 juillet 2001 stipule que les effluents doivent faire l'objet fixé par l'ANDRA et l'arrêté du 30 octobre 1981.
. Service d'oncologie (Etude des tumeurs cancéreuses)
Les circuits d'évacuation doivent être spécifiques (circulaire 678 du 3 mars 1987) et l'élimination des rejets est recommandée après traitement des résidus médicamenteux à des températures de l'ordre de 1 000 à 1 200°C.
. Creutzfeld-Jakob
L'Autoclavage durant 30 minutes, et/ou l'immersion dans la soude ou l'hypochlorite de sodium est nécessaire. Le traitement des liquides de nettoyage est précisé dans la circulaire DGS 2001-138 du 14 mars 2001 et la désinfection des DASRI dans la circulaire DGS 2000-292 du 29 mai 2000.
. Chambres mortuaires
D'une manière générale il faut se référer au Code Général des Collectivités Territoriales (décret n° 97-1048 du 6 novembre 1997) sauf pour les DASRI.
- Toutes les directives européennes ne sont pas encore traduites en France (étaient prévus 2008). Le contexte réglementaire est large.
Principales références
- Code de la Santé Publique : obligation de traitement des eaux usées et demande d'autorisation préalable avant tout déversement dans le réseau public.
- Règlement sanitaire départemental type : séparation des eaux pluviales et des eaux usées, interdiction de déversement de certaines substances.
- Directive cadre 2000/60 CE, directive 76/464 CEE
- Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 dite « loi sur l'eau » (rôle et obligations des collectivités territoriales en matière d'assainissement)
- Loi du 19 juillet 1976 (ICPE)
- Code de l'Urbanisme, Code du Travail
- Recommandations de la SFHH
Organismes compétents : DRIRE, Agence de l'eau, OPRI, ANDRA

La gestion financière des déchets
Il est impératif d'évaluer les quantités des différents déchets produits et de déterminer leur destination finale. C'est à partir d'un bilan matière complet et des frais inhérents à chaque type de traitement que le coût global de l'élimination des déchets (investissements et frais de fonctionnement dont transport) peut être évalué.

Conventions Internationales
Deux conventions internationales existent sur le traitement des DAS qui devaient être transcrites en droit national. Ce sont les conventions de Bâle et de Stockholm.
- La Convention de Bâle est un accord global signé par 160 pays sur les problèmes des déchets dangereux. L'objectif est de réduire la quantité de ces déchets dans le monde par un « Management environnemental » à partir d'une approche « Cycle de vie du déchet ».
- La Convention de Stockholm est un traité spécifique concernant la réduction et l'élimination des polluants organiques persistants (POP)
Quatre principes découlent de ces traités :
. Le principe de la responsabilité.
Tout organisme qui génère des DAS est RESPONSABLE de leur élimination dans des conditions de sécurité.
. Le principe du pollueur-payeur.

. Le principe de précaution.
. Le principe que recyclage, traitement et élimination des DAS doit avoir lieu à l'endroit le plus proche de leur production afin de réduire les risques inhérents au transport.

Principes directeurs émis par l'OMS :
1° Prévenir les risques sanitaires des DAS en encourageant des politiques de gestion des déchets sans danger pour l'homme et l'environnement.
2° Soutenir les efforts pour réduire les volumes de rejets nocifs dans l'atmosphère afin de réduire les pathologies et retarder les changements climatiques mondiaux.
3° Soutenir la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et de leur élimination.
4° Soutenir la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants.
5° Diminuer l'exposition aux polluants toxiques associés aux processus de combustion en encourageant l'incinération à haute température.

Pour le court terme les propositions suivantes ont été faites :
. Produire des seringues dont tous les composants sont fabriqués de la même matière pour faciliter le recyclage.
. Sélectionner des dispositifs à usage médical sans PVC.
. Elaborer et promouvoir de nouvelles techniques pour remplacer les petits incinérateurs.
. Mettre au point des méthodes de recyclage pour un maximum de matériaux à réutiliser.

Pour le moyen terme,
. Mettre en place des nouvelles mesures pour diminuer le nombre d'injections afin de réduire les DASRI.
. Etudier les effets sur la santé de l'exposition chronique aux dioxines et furanes à faible concentration.
. Evaluer les risques pour la santé des DASRI associés à l'incinération.

Pour le long terme,
. Renforcer la promotion des techniques ne faisant pas appel à l'incinération pour éliminer les DASRI, afin de prévenir la morbidité résultant :
. D'une gestion dangereuse des DASRI,
. De l'exposition aux dioxines et furanes.
. Soutenir les pays pour qu'ils mettent en place un plan, une politique, et une législation sur les DASRI.
. Promouvoir une gestion des DASRI qui ne nuise pas à l'environnement tel que précisé dans la Convention de Bâle.

Fabricants de matériels de prétraitement de DASRI
Une liste des appareils de prétraitement validée par le Comité Supérieur d'Hygiène Public de France se trouve dans le complément de la brochure INRS ED 918, mise à jour du 27 octobre 2008.
La brochure ED 918 concerne les procédures pour limiter l'exposition des salariés à l'environnement aux DASRI.

L'ECOTOXICITE DES TECHNOLOGIES THERMIQUES

Dans tous les procédés thermiques la présence de plastiques et de traces de chlore (en présence d'oxygène) conduit à la fabrication de dioxines et de furane, qui sont des produits cancérigènes. Les concepteurs et opérateurs de ces installations estiment qu'aujourd'hui ces installations respectent les normes, sont sécurisées et ne présentent aucun danger.
Même si cela était le cas, avec la fermeture de quelques 175 installations en France, les scandales autour de cette filière et des rapports alarmants sur l'incinération, il est clair qu'avec des situations à répétition, un problème sociologique a été créé que seules des preuves concernant l'innocuité de ces procédés, pourra enrayer.

La situation en zone urbaine dense

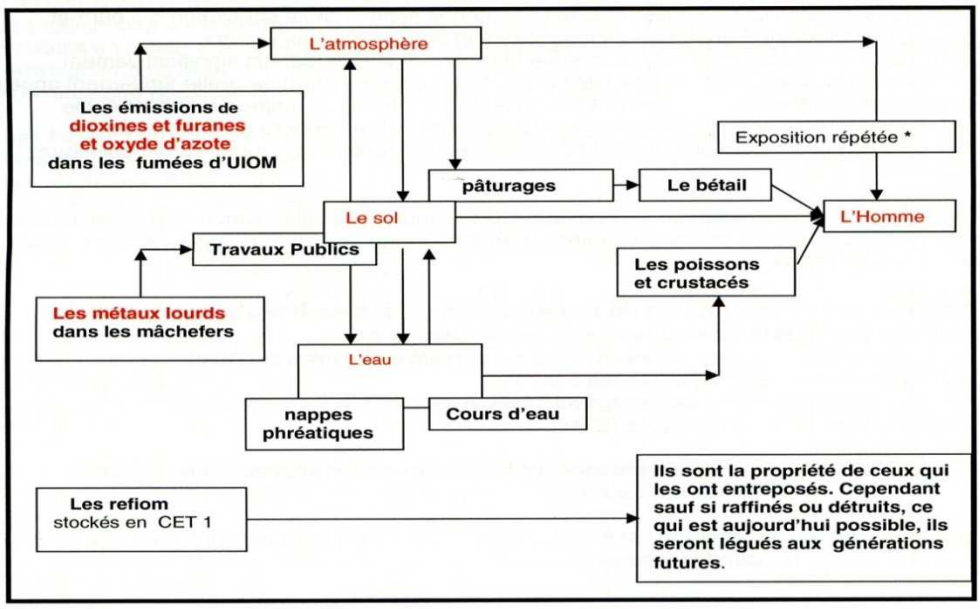
En Ile-de-France dix-neuf incinérateurs sont situés principalement en milieu urbain.
L'absence d'activités agricoles et un nombre de potagers très en retrait par rapport à ceux en zone rurale, suggèrent que l'exposition aux émissions atmosphériques par voie alimentaire est faible. A l'évidence, ce cas de figure où près de six millions de franciliens résident à proximité d'un incinérateur ne correspond pas à celle en zone rurale.
L'exposition aux émissions atmosphériques d'une population à forte densité peut être plutôt par inhalation en particulier de particules, par voie cutanée, et dans une moindre proportion par ingestion (effet de la main à la bouche). Cette configuration existe dans toutes les grandes villes.
Selon l'éminent cancérologue, le Professeur Belpomme, l'exposition répétée à des dioxines peut déclencher des cancers.

- Observation

Des registres concernant certaines pathologies, dont les cancers, sont déjà tenus par diverses instances médicales. Cette démarche devrait être étendue pour faciliter l'identification des sources potentielles à des risques environnementaux.

Les mécanismes des transferts des polluants à l'homme par l'incinération sont illustrés dans la figure ci-dessous :

EXPOSITION DE L'HOMME AUX DANGERS DE L'INCINERATION
Ingestion ou exposition à des éléments toxiques
Principes



Remarque : Les métaux lourds sont solubles dans l'eau ;
Les dioxines et furanes sont insolubles dans l'eau et se déposent dans la sédimentation.

L'INVS estime que la quasi-totalité des cancers dus aux écotoxiques se produisent par ingestion. Ce mécanisme paraît indiscutable en zone rurale, mais la situation en zone urbaine dense est peut-être différente.

Produits écotoxiques produits par des UIOM et l'Industrie

Suivons trois circuits simples dans une installation concernant :

- Le chlore

- *Dans l'incinération* il est converti en acide chlorhydrique et avec l'humidité aérienne il se transforme en pluies acides.

En présence de plastique il produit des « dioxines et furanes » (deux groupes de dizaines de molécules extrêmement toxiques). Sans destruction thermique ou par catalyse, ces molécules sont dispersées par les fumées dans la nature, et en définitive s'accumulent dans la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme.

- *Dans la thermolyse*, il se retrouve dans le solide carboné (coke). Si l'acide est lavé avant combustion il se dissout dans l'eau, autrement, sans précaution, il part dans le ciel, et pourrait se convertir en pluie acide.

- Les métaux lourds

- En incinération, ils se retrouvent dans les rejets des fumées, et en moindre quantité dans les mâchefers.

- En thermolyse, ils sont présents dans le coke utilisé comme combustible de substitution pour d'autres installations (exemple : chaufferies municipales), qui en général ne sont pas équipées pour l'utilisation de ce type de produit.

C'est une situation de négligence en matière de sécurité sanitaire.

- Les dioxines et furanes (molécules organiques chlorés)

Ce sont des séries de composés chimiques stables, persistants, polluants et redoutables, qui se déposent dans l'environnement et ont une forte capacité à s'accumuler dans la chaîne alimentaire de l'homme. Vous souvenez-vous du poulet dioxiné Belge ?

Ils se forment au-dessus de 300°c à partir d'une molécule cyclique de type benzène en présence d'oxygène et de banals composés chlorés (exemple de source de chlore, le PVC).

Ce ne sont pas des molécules synthétisées pour fabriquer des insecticides et des réfrigérants (dont les utilisations sont actuellement également remises en cause), mais des indésirables dont la formation est liée aux activités humaines.

Les toxicités sont très variables, en fonction du nombre et du positionnement des atomes de chlore. Il existe théoriquement 210 composés de ce type dont 17 sont très toxiques et particulièrement bio-cumulables.

Quelques exemples de réservoirs potentiels de ces produits, et de leurs diffusions dans l'environnement :

- Bois traités au pentachlorophénol (attention à l'utilisation de ces déchets dans les chaufferies municipales).

- Anciens transformateurs électriques contenant des PCB.- Incendies de bâtiments, d'entrepôts stockant du PVC

- **Accidents dans des usines de production de dérivés organochlorés ; de triste mémoire : SEVESO (Italie) et BHOPAL (Inde).** Aujourd'hui, les installations représentant le plus important risque environnemental sont classées SEVESO. Ceci explique l'ampleur du désastre de l'explosion du réacteur de l'usine provoquant l'épandage du produit.

- La pollution de toute une vallée par l'incinérateur d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère qui rendit nécessaire l'abattage de troupeaux entiers de bétail et déclencha une vague de cancers parmi la population vivant à proximité de cette installation.

Les études de l'Institut de Veille Sanitaire (INVS) et l'Agence Française de Sécurité des Aliments (AFSSA) commandées par le Ministère du Développement Durable

Ces études ont démontré qu'autour des incinérateurs étudiés, et qui étaient en fonctionnement depuis un certain temps, le taux de cancers des populations vivant à proximité de ces installations était plus élevé qu'ailleurs.
Ces résultats confirment celles d'autres publications scientifiques parues précédemment (Prof. Viel à Besançon) faisant le lien entre cancers, malformations congénitales, destruction des gamètes mâles (procréation de plus de filles) et la proximité d'un incinérateur.
L'INVS ne pouvait se prononcer sur la situation autour de nouvelles unités faute de recul suffisant.

- La valeur limite de 0,1 ng I-TEQ (International Toxic Equivalent)/m3 a été fixé par la circulaire Lepage du 24/2/1997, puis l'arrêté du 20/09/2002, imposé par une Directive Européenne de Décembre 1994. Ce seuil est applicable à tous UIOM depuis fin 2005.

(nano = 1 milliard de fois plus petit)

- Les prélèvements :

L'arrêté du 20/09/2002 prévoit des mesures des dioxines à l'émission deux fois par an, et un suivi de l'impact de l'installation sur l'environnement en ce qui concerne les dioxines et les métaux lourds.
. L'Article 28 de l'Arrêté Ministériel du 20 Septembre 2002, interdit les contrôles inopinés.
Les opposants à l'incinération posent légitimement la question : comment est-il possible de contrôler efficacement une installation industrielle complexe avec deux analyses par an, prélevées après avoir prévenu l'opérateur de l'imminence d'un tel prélèvement ?
Pour surmonter le problème de l'échantillonnage instantané du prélèvement, certains opérateurs ont opté pour le prélèvement en continu, mais les analyses complexes continuent à se faire pour un nombre limité de dioxines et furanes ; les plus connus.
Le coût de ces analyses par des laboratoires spécialisés est très élevé. Ceci explique la réticence des gestionnaires des UIOM d'augmenter leur nombre.
Cette situation n'est pas satisfaisante !

La perception actuelle de l'incinération

Elle est incontestablement plus saine que par le passé.
Faut-il fermer tous les incinérateurs après avoir dépensé des sommes astronomiques pour les mettre aux normes ? Ces normes sont-elles contestables ?
Ce qui paraît certain, c'est que les collectivités locales, sauf contraintes par les pouvoirs publics ou la par la pression exercée par leurs administrés, feront de la résistance.
Alors la question se pose : tant qu'un statu quo existe ne vaut-il pas mieux utiliser intelligemment ces installations ? Dans certains cas elles sont indispensables : incinération de déchets médicaux (CHU d'Angers détruits par Valorena Nantes).
Quant à la mise en chantier de nouvelles usines, avant de prendre une décision il est indispensable de faire des comparaisons économiques des différentes technologies.

Les composants organiques traces (Source Affsa, Invs, Inrs, Ademe)

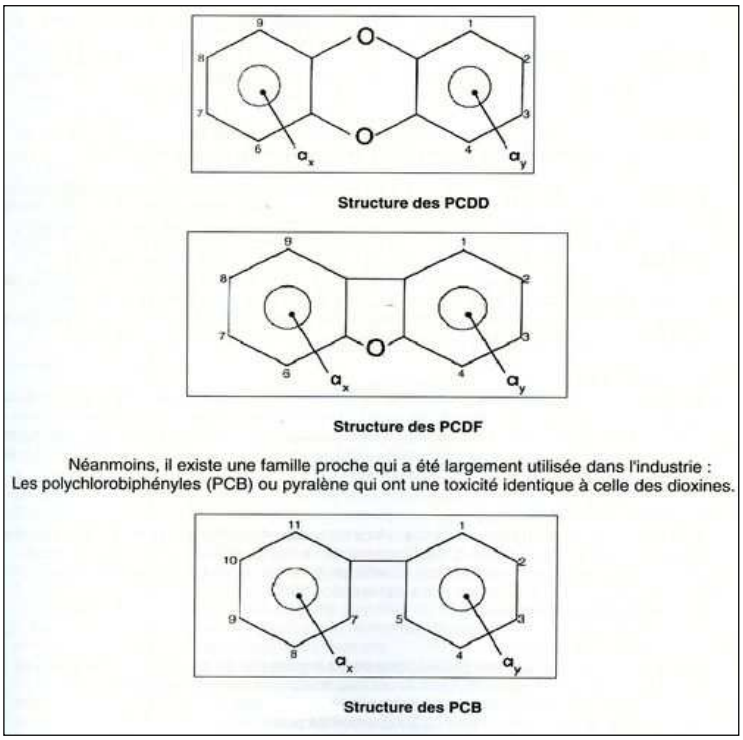
Les configurations des chaînes des principaux composés organiques sont illustrées en annexe 5.

Les dioxines

- Définition

Le terme de « dioxines » désigne une famille de composés aromatiques tricycliques chlorés qui présentent des propriétés physico-chimiques semblables. Elles ne diffèrent que par le nombre et la position des atomes de chlore, ainsi que la disposition des cycles aromatiques. On distingue 75 polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD, les dioxines) et 135 polychlorodibenzo-furanes (PCDF). Quand on parle de la

dioxine, on fait généralement allusion à la plus toxique de ces molécules, la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD).

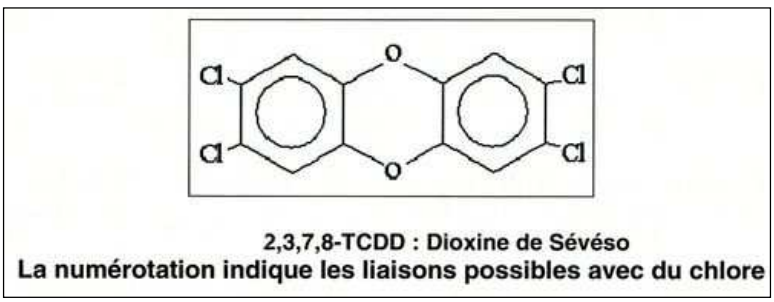


Composition

Les dioxines (PCDD) existent dans la nature et sont constituées de deux noyaux de benzène, deux molécules d'oxygène et de molécules de chlore, de fluor ou de brome (1 à 8). Les furanes (PCDF) se différencient des dioxines par la présence d'un seul atome d'oxygène dans le cycle central.

Propriétés

Ayant une structure chimique très voisine, ces composés présentent un mécanisme d'action commun qui explique la similarité de leurs effets toxiques. On n'estime que 17 d'entre elles
(7 PCDD et 10 PCDF) sont toxiques mais une seule est cancérogène pour l'homme : la 2,3,7,8-TCDD, connue sous le nom de dioxine de Seveso, d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer.



Une propriété importante de ce type de composés est sans doute leur grande stabilité physique et chimique due à la présence des atomes de chlore. Elles sont résistantes à la biodégradation. Seuls des oxydants tels que l'ozone, le tétroxyde de ruthénium ou des enzymes d'oxydation peuvent réagir avec les dioxines. La stabilité augmente

avec le nombre d'atome(s) de chlore présent dans la molécule. La conséquence de cette stabilité est la non destruction et l'accumulation de ces produits dans la nature, chez les végétaux et animaux, en particulier dans l'organisme humain qui a du mal à l'éliminer (elles y subsistent pendant de nombreuses années). Du fait de leur lipophilie, ils se concentrent essentiellement dans la masse graisseuse, le long de la chaîne alimentaire, qui est la principale voie d'exposition chez l'homme.

Zéro dioxine

La valeur « zéro dioxine » n'existe pas. Il faudrait éliminer toute forme de chauffage à partir de combustibles fossiles, interrompre le transport motorisé, fermer toutes les fabriques, qu'elles utilisent ou non du chlore, puisqu'elles génèrent toutes, même en petites quantités, des dioxines qui se répandent dans l'air, l'eau et les sols. Enfin, dernier point important, il faudrait immobiliser la « Nature », car elle produit elle-même des dioxines.

Les sources de dioxine

Les dioxines sont essentiellement formées lors de combustions naturelles ou industrielles, à des températures entre 250°c et 400°c. Elles peuvent être détruites à des températures >850°c.

Elles se retrouvent donc dans l'environnement, et de ce fait, dans la chaîne alimentaire.

Les sources de pollution affectant notre alimentation sont :

D'origines naturelles :

- Les feux de forêts
- La biodégradation du bois.
- Les procédés biologiques complexes : une partie importante de mycètes font moisir le bois. Ils le font pour atteindre la cellulose, dont ils ont besoin comme source d'énergie.

La combustion de bois (feux de jardin par exemple),

- Le chauffage domestique au bois ou au charbon de bois

D'origines chimiques au quotidien :

- La combustion de cigarettes,
- Les transports motorisés,
- Les fours...

D'origines industrielles :

- La sidérurgie,
- La métallurgie,
- La cimenterie
- La production d'électricité,
- L'industrie du chlore (et du PVC),
- La production d'engrais et de pesticides
- L'incinération des déchets hospitaliers,
- Les usines d'incinération d'ordures ménagères et de produits dangereux.

Des actions ont été mis en place pour réduire la production anthropique de dioxine par :

. La diminution des émissions polluantes dans l'environnement, et

. Le retrait du marché de certains produits contaminants.

- Les polluants organiques déposés sur les sols :

La contamination des sols en polluants organiques se fait principalement par voie aérienne.

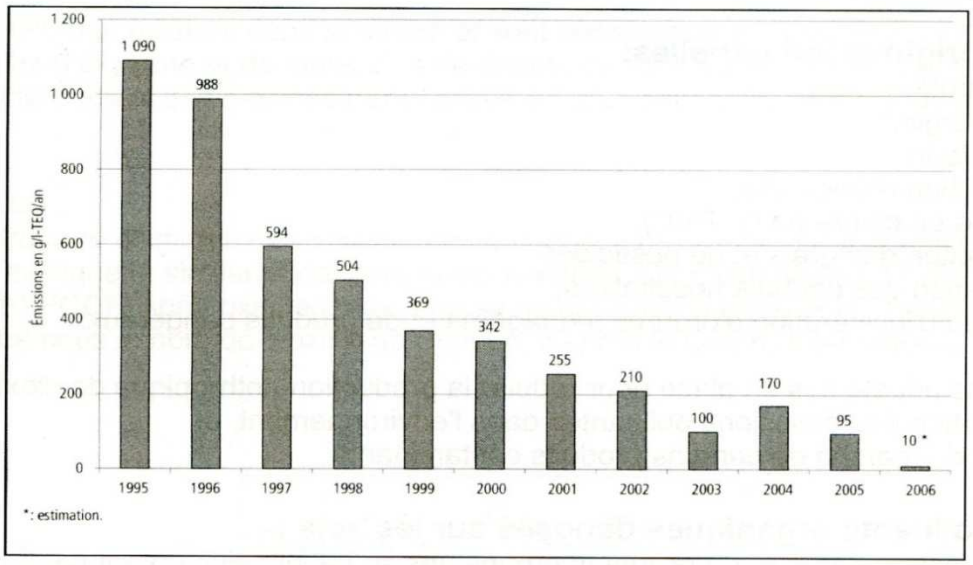
Les PCDD/F se déposent directement sur le sol ; se fixent en grande partie aux particules et semblent peu migrer en profondeur du fait de leur forte affinité pour les colloïdes du sol.

Elles se retrouvent généralement dans les premiers centimètres au-dessous de la surface, sauf en cas de labourage.

Les conditions météorologiques interviennent de façon importante dans les dépôts par rapport à la source d'émission.
La persistance des PCDD/F est très longue. La demi-vie de la TCDD est d'environ 10 ans. Les congénères plus chlorés ont une durée de vie encore plus longue.

Les actions anti-pollution
- Des approches multi filières ont été développées pour réduire la production de déchets et éviter leur incinération ou leur enfouissement.
- De nombreux UIOM très polluants ont été fermés et ceux maintenus en activité ont subi des remises aux normes. Cependant, cette situation n'est toujours pas entièrement satisfaisante.
- Des contrôles de la conformité aux normes des installations sont réalisés par des organismes publics, mais ces contrôles devraient avoir lieu de manières inopinées. Ce n'est pas le cas actuellement.
- Dans certains cas il a été mis en place une surveillance des sols à proximité des installations.

D'après des données publiées en Europe, depuis la fin des années 70, l'amélioration des procédés industriels et l'abandon de certaines fabrications ont conduit à une diminution globale des émissions de dioxines.
En 2001, selon le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa), les usines d'incinération d'ordures ménagères représentaient le premier et principal émetteur de dioxines (de l'ordre de 255 g/an équivalent toxique I-teq, soit plus de 50 % des dioxines émises dans l'atmosphère). La modernisation du parc des incinérateurs a néanmoins permis de réduire considérablement les quantités de dioxines émises qui seraient passées de 1,1 kg en 1990 à 10 g en 2005.
Les techniques de traitements des déchets suscitent de nombreuses craintes de la part du public. La réponse des pouvoirs publics à la demande sociale d'un moratoire n'a pas été accueilli favorablement dans le cadre du Grenelle.
En 2005, on comptait environ 132 usines d'incinération d'ordures ménagères (213 en 2000, 292 en 1985), dont quatre utilisaient la technologie du lit fluidisé. Cependant, la moyenne nationale des quantités de déchets ménagers et assimilés produits par les Français est en progression constante, mais semble se stabiliser actuellement à 353 kg/an/habitant (Ademe).
Cette évolution globale n'exclut pas des situations locales particulières.



Diminution des dioxines

- Mesures pour réduire la production des dioxines dans l'incinération :
Il est paradoxal que les incinérateurs produisent des dioxines avant de les détruire.

Il existe plusieurs niveaux d'actions pour contrôler les émissions des dioxines d'un incinérateur :
. Dans son exploitation, en maintenant le foyer de combustion à 850°c,
. En contrôlant le refroidissement des gaz qui reproduit les conditions favorables à la reformation de dioxines,
. En traitant les fumées par l'installation de chambres à catalyse destructrices des dioxines mais également de NOx.
Tous les UIOM ne sont pas équipés de chambres à catalyse.

La recherche :
- Il est nécessaire d'augmenter le développement de nouvelles méthodes analytiques fiables (PCDD et PCDF), moins coûteuses, et développer des modèles permettant d'évaluer les niveaux d'exposition des différents segments de la population (urbaine ou rurale), et prévoir l'évolution des niveaux de contamination (en fonction du temps d'exposition).
- L'élimination de dioxine
La demi-vie de la TCDD (TetraCloroDibenzo-para-Dioxine) dans l'organisme varie de 2 ans chez l'enfant à plus de trente ans chez l'adulte en fonction de facteurs individuels (adiposité, profil métabolique). Les estimations de demi-vie varient beaucoup.
Chez les animaux de laboratoire la demi-vie est plus courte que chez l'homme. Elle est de 10 à 30 jours chez le rat et d'un an chez les singes.

Autres composés dangereux émis par les fumées des UIOM et l'industrie :
- Les oxydes de carbone (CO et CO2)
Le CO est dangereux parce qu'inodore et toxique.
Le CO2 est un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement climatique et dont il faut contrôler les émissions (Protocole de Kyoto)
- Les oxydes d'azote (NOx) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 133 (édition 2006)*
Les monoxydes d'azote (NO), et le dioxyde d'azote (NO2) peuvent se former par combinaison avec de l'oxygène (O2) lors de phénomènes naturels tels des orages ou des éruptions volcaniques.
La principale source de NOx comme polluants de l'air, provient de la combustion des énergies fossiles (véhicules à moteur, centrales thermiques, UIOM). Le NO2 peut se polymériser en dimère N2O4 mais se décompose en NO2 dès que la température augmente. Un mélange du mono et dimère constitue le peroxyde d'azote
Ces composés sont très toxiques par inhalation.
Ces gaz sont capables de se combiner avec de l'oxygène pour former de l'ozone (O3), qui peut pénétrer dans l'appareil respiratoire et agir sur les composants cellulaires des poumons. Ce processus peut affecter les capacités respiratoires.
Ces effets sont accentués lors d'expositions prolongées ou d'efforts physiques, en provoquant irritations oculaires et toux chez des personnes sensibles : jeunes enfants, personnes âgées ou asthmatiques.
L'O3 peut affecter l'activité photosynthétique des végétaux, et diminuer la productivité des cultures, mais cela dépend de l'espèce.
Par ailleurs, l'O3 a pour propriété d'absorber de l'infrarouge, ce qui en fait un gaz à 'effet de serre'. Une molécule d'O3 est 2000 fois plus absorbante des infrarouges rayonnés par le sol qu'une molécule de gaz carbonique (CO2).
- Le dioxyde de soufre (SO2) :
C'est un gaz toxique qui en présence d'humidité devient acide (H2SO4).
- L'acide chlorhydrique (HCl) :

Les dépôts d'acides produits par le HCl et le SO2, ainsi que les polluants photochimiques comme l'Ozone, et d'autres facteurs tels la sécheresse, la pauvreté des sols… ont contribués aux troubles forestiers constatés en Europe et Amérique du Nord.
* Notre démarche est de sensibiliser le lecteur succinctement aux problèmes sanitaires liés au traitement des déchets. Toutes les fiches de l'Inrs auxquelles nous nous référons sont des sources d'informations très complètes.
Libre à chacun d'approfondir ses connaissances au-delà de notre résumé, s'il le souhaite.

La contamination de produits consommables (voir annexes 3 et 4)
Les industries qui sont sources d'émission de dioxines dans l'atmosphère, peuvent affecter la santé des populations. Les dioxines sont émises dans l'air (que respirent les animaux), l'eau (que boivent les animaux et où vivent les poissons) et les sols (où poussent les végétaux et que consomment les animaux).
La principale source de risque (90 à 95 %) des dioxines pour la population c'est l'ingestion.
Trois grands types d'aliments contribuent à la majeure partie de l'apport alimentaire en dioxine à raison d'environ 30% chacun :
- Le lait et les produits laitiers,
- Les produits carnés et les ovo produits,
- Les produits de la pêche.

Les produits végétaux ne compteraient que pour 5% environ de l'apport alimentaire total. Les sources autres que la nourriture sont d'une importance mineure.
La quantité totale de dioxines absorbée chaque jour par un individu dépendra essentiellement de son régime alimentaire et de la teneur moyenne en dioxines de chaque type d'aliment consommé.
Dans un passé récent la nourriture des animaux comprenait des aliments qui contenaient des dioxines, comme les farines animales.
En France, l'interdiction de ces farines animales est effective pour les ruminants et les volailles. Elles étaient appréciées par les industriels de la nutrition animale pour leur richesse en protéines, mais elles ont été interdites à cause de conditions de production douteuses.
La maladie de la vache folle provient directement de l'utilisation de ces farines cuites à des températures trop basses pour détruire les redoutables prions.
En 1997 le ministère de l'agriculture belge a calculé les concentrations de dioxines dans le lait. Les résultats sur les laits non mélangés montraient que la dioxine se situait dans certains échantillons entre 3 et 15 pg teq/g de graisse. En Allemagne et aux Pays-Bas le lait contenant plus de 6 pg teq/kg est détruit. En France on a constaté des teneurs en dioxines trop élevées dans certains laits de la région d'Halluin (Lille) et leur vente a été interdite.
Pour le consommateur, prendre des mesures comme parer la viande pour enlever la graisse, consommer des produits laitiers allégés en matières grasses ou simplement laver ou cuire les aliments peuvent réduire la charge de l'organisme en dioxines. De même une alimentation comportant des quantités suffisantes de fruits, légumes et céréales, aidera à éviter une exposition excessive due à une seule source. Cependant, les consommateurs n'ont qu'une faible action sur leur niveau d'exposition.
Il appartient aux Pouvoirs Publics de surveiller la qualité des approvisionnements alimentaires et de prendre des mesures de protection pour la santé publique.
- Le contrôle des produits alimentaires
Des mesures de dioxines dans les aliments sont effectuées, en particulier ceux d'origines animales et des produits de la mer,
Ces mesures sont effectuées dans le lait, le sang et les tissus adipeux, aussi bien dans la population générale, qu'en fonction de paramètres supposés d'exposition.

Les dioxines ayant un effet toxique sur la santé et l'environnement, des limites ont été calculées permettant d'estimer les valeurs journalières d'exposition maximale à la dioxine. Celles-ci varient en fonction des pays ou des organismes. Des normes ont été aussi mises en place pour contrôler et limiter la libération de dioxines dans l'air en particulier causée par les incinérateurs.
Il est à préciser que les normes sont fixées en fonction de certitudes ou du niveau des connaissances du moment. Elles sont révisables lorsqu'il apparaît que les risques sanitaires sont plus sérieux qu'ils avaient été évalués.

- Quantifier la dangerosité des dioxines
Les molécules de dioxines n'ont pas les mêmes dangerosités. Les scientifiques ont donc créé une unité appelée teq (pour Equivalent Toxique) qui est une mesure permettant de rapporter la toxicité d'un isomère à une fraction : Le 2,3,7,8 - TCDD (composé ayant un coefficient de toxicité égal à 1).
- Déterminer le seuil de toxicité des produits alimentaires : les avis divergent !
L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) estime le seuil de précaution pour une exposition quotidienne pendant toute la vie (dose journalière) à 10 pg teq/kg du poids corporel. Mais cette valeur seuil est fortement critiquée.
Le conseil de santé des Pays-Bas (HCN) quant à lui, a une recommandation de norme égale à 1 pg teq/kg du poids corporel et par jour.
L'agence américaine de protection de l'environnement (US-EPA) relève qu'il faut une contamination journalière de 0.006 pg/kg de poids corporel pour limiter le risque de cancer à un cas sur un million.
En France le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique Français a estimé (17 mars 1998) que :
. Une exposition journalière inférieure à 1pg teq/kg exclut à priori tout risque pour la santé publique.
. Une exposition entre un et dix ne semble pas entraîner des risques de toxicité chez l'homme mais n'exclut pas tout risque pour la population.
. Une exposition journalière supérieure à 10 pg teq/kg pendant une longue période peut entraîner des risques d'effets néfastes.
On estime que la consommation journalière d'un français se situe entre 2 et 3 pg teq/kg.
La réglementation concernant la pollution
On trouve essentiellement ces pollutions aux niveaux :
Des UIOM, des usines de sidérurgie et de métallurgie, et de cimenterie.
Les principaux décrets émis par les autorités portent sur les incinérateurs.
. L'arrêté du 25/1/1991, ne fixait aucune valeur limite pour les PCDD/F mais imposait des conditions de combustion (supérieur à 850°c) et des valeurs limites pour d'autres polluants (poussières, carbone monoxyde).
. L'arrêté du 10 octobre 1996 imposait en France une valeur limite à l'émission de 0.1ng I-teq/m3 en dioxine aux installations d'incinération de déchets industriels.
. Le 24 février 1997 une requête était adressée aux préfets : Ils devaient appliquer aux nouvelles installations d'incinération de déchets d'ordures ménagères la valeur limite fixée pour les incinérateurs de déchets spéciaux (0.1ng I-teq/m3), et aux anciennes usines la même norme à compter du 1er juillet 2000.
. La circulaire du 30 mai 1997 du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement demandait aux préfets que soit mesuré le taux d'émissions de dioxines des usines d'ordures ménagères produisant plus de 6 tonnes par heure.
Les dangers de composants aromatiques polycycliques PCDD/F :
- Dioxines
Le danger sanitaire des dioxines provient du fait qu'une fois entrées dans l'organisme, elles sont très difficilement détruites.
Sous forme gazeuse et à faible concentration leur effet est jugé mineur (5%) par rapport à leur ingestion par la chaîne alimentaire.

Toutefois, les dioxines se fixent très facilement sur les particules de poussières. Ces poussières, très fines, pénètrent dans les poumons par inhalation, et arrivent jusque dans les alvéoles pulmonaires où elles sont fixées par le mucus. Plus les poussières sont fines, plus elles sont dangereuses. La voie respiratoire peut devenir significative pour des travailleurs dans des ambiances industrielles.
Les troubles se manifestent par :
. La formation et développement de cancers, supposés en présence de 2,3,7,8-TCDD
. L'augmentation de la fréquence des diabètes
. L'augmentation des maladies cardio-vasculaires
. Des troubles neurologiques (vertiges, insomnies, fatigue, perte de mémoire, dépression)
. Des douleurs musculaires
. L'augmentation de la fragilité et de la taille du foie.

- PCB Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 194 (édition 2007) *
Les PCB ont été fabriqués industriellement à partir de 1930. Ils sont plus souvent connus en France sous la dénomination de pyralène, arochlor ou askarel. En raison de leur stabilité chimique et de leur faible inflammabilité, ils ont été utilisés comme diélectriques dans des transformateurs et condensateurs. Ils ont été employés comme lubrifiants dans des turbines et des pompes et bien d'autres applications.
Quoique leur production ait été arrêtée depuis les années 1980, ils se trouvent toujours dans de vieux appareils. Du fait de leur demi-vie importante, ils persistent dans les sols, les sédiments, et contaminent ainsi de nombreux compartiments de l'environnement. Récemment la pêche a été interdite sur de nombreux kilomètres du Rhône à cause de la détection de ce produit dans les eaux du fleuve. Le produit est extrêmement toxique pour les organismes aquatiques.
Les conséquences sur l'homme se présentent sous la forme :
. De troubles cutanés
. De troubles neurologiques
. De troubles hépatiques
. De tumeurs cutanées.
Elles ont été décrites, mais les données épidémiologiques ne montrent pas d'augmentation significative de l'incidence du cancer sur le personnel exposé.
Des anomalies ont été constatées chez les enfants des femmes qui avaient consommé en cours de grossesse des aliments contaminés par des PCB et d'autres substances telles les PCDD/F. Ces anomalies portaient essentiellement sur la peau, les muqueuses et les phanères.

Les catastrophes liées à la pollution par dioxines
- L'Incinérateur de Gilly sur Isère
Cet incinérateur a été mis en service en 1971. L'usine était connue comme étant non-conforme à la législation (température des fours inférieure à 850°c, avec des dysfonctionnements fréquents des électro-filtres).
En 2001, les autorités locales sont alertées de l'apparition d'un nombre anormalement élevé de cancers à proximité de l'installation. Des analyses de dioxines sont effectuées sur le lait des vaches broutant à proximité de l'installation.
L'existence de contaminations importantes sont révélées : 75 ng/Nm3 à l'émission des fumées, 5 ng I-teq/kg de matière grasse dans les sols, et jusqu'à 35 pg I-teq/kg de matière grasse dans le lait des vaches.
Le Préfet de Savoie décide la fermeture de l'usine le 24 octobre 2001.
Une situation de crise s'installe ; un plan massif d'abattage du bétail est décidé, les productions de lait et de viande sont retirées dans un rayon de 10 km autour de l'incinérateur.

La maladie de Yusho

En 1968, au Japon, il y a eu une intoxication collective à la dioxine causée par une huile contaminée. Ceci a provoqué le développement de chloracnées, de la fatigue, des céphalées, des vertiges et des amaigrissements de la population : c'est la maladie de Yusho.

Ces effets ont ensuite régressé dès l'arrêt de l'intoxication. Cet accident au caractère moins catastrophique que celui qui suivra a révélé les effets de la dioxine sur les humains.

Le nuage de Seveso

Le 10 juillet 1976, dans une usine de Seveso (dans le nord de l'Italie), la température de la cuve d'un réacteur où avait lieu une réaction chimique augmenta brusquement : de 126°C à 400°C.

Quelques minutes plus tard eut lieu une terrible explosion. La vapeur monta sous forme d'un petit nuage blanc passé inaperçu. Pourtant les conséquences furent terribles.

Moins de 24 heures plus tard, les problèmes apparaissaient. Ce fut d'abord les hirondelles, puis les poules, lapins, chats et chiens qui moururent. 5 jours plus tard, vint le tour des hommes, ou plutôt des enfants qui commencèrent à avoir des rougeurs et des cloques sur la peau. Chez les adultes, on constata l'apparition de chloracnées, de kystes, de papules pouvant durer 25 ans.

En réalité, ce nuage transportait 2.5 kilos de dioxines, soit 500 000 doses mortelles pour l'Homme si cette quantité avait été absorbée par l'alimentation. Bien heureusement ce ne fut pas le cas.

La guerre du Vietnam

Entre 1962 et 1970 afin de repérer les troupes ennemies cachées dans les forêts du Sud-Vietnam, ils ont épandu un défoliant appelé l'Agent orange ou phénoxyherbicide qui contenait également de la TCDD. Le maximum de TCDD observé dans le sang a été de 1450 pg/g de MG.

Etude de l'Institut National de Veille Sanitaires (INVS) concernant les cancers à proximité des UIOM (Réf.15)

Nous reproduisons l'essentiel de cette étude.

Le Contexte

Dans la mise en œuvre du Plan national cancer 2003-2007, la Direction générale de la Santé a adressé une saisine à l'Institut de veille sanitaire (INVS) ayant pour objet d'améliorer les connaissances sur les causes environnementales des cancers. Dans ce cadre, l'INVS a lancé l'étude épidémiologique « Incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères ».

L'Objectif

L'étude a eu pour objectif d'analyser la relation entre l'incidence des cancers chez l'adulte et l'exposition aux émissions atmosphériques des usines d'incinération d'ordures ménagères.

La Méthode

L'étude est de type écologique géographique : les paramètres d'exposition et de risque (taux d'incidence des cancers) sont des indicateurs collectifs estimés à l'échelle de l'Iris (îlots regroupés pour l'information statistique qui comptent en moyenne 2 000 habitants). Elle porte sur les cancers chez l'adulte (plus de 14 ans révolus) diagnostiqués dans les départements de l'Isère, du Haut-Rhin, du Bas-Rhin et du Tarn entre le 01/01/1990 et le 31/12/1999. Les cancers « toutes localisations », ainsi que certaines localisations spécifiques dont un lien avec l'exposition aux polluants émis par les incinérateurs d'ordures ménagères a été établi ou suspecté, ont été ciblés. C'est le cas des leucémies, des myélomes multiples, des lymphomes malins non hodgkiniens (LMNH), des sarcomes des tissus mous (STM), des cancers du foie, du poumon, de la vessie et du sein (chez la femme).

Toutes les données sur les cancers ont été collectées par les registres des quatre départements de l'étude. Chaque localisation de cancer a été identifiée à partir des codes topographiques, morphologiques et de comportement suivant la classification CIM-O-2. Près de 99 % des cas de cancer ont pu être géolocalisés dans un Iris au moment du diagnostic, à partir de l'adresse du domicile du patient le jour du diagnostic fourni par les registres, ce qui a permis de calculer une incidence dans chaque unité statistique par sexe et par tranche d'âge. L'incidence par type de cancer a été estimée pour l'année médiane de la période d'observation, soit pour l'année 1995.

Résultats

Les flux des émissions de polluants de chaque incinérateur ont été estimés par un groupe d'experts de façon rétrospective en tenant compte des caractéristiques techniques passées de l'usine et de leur évolution dans le temps. À partir de ces données, l'exposition des habitants de chaque Iris aux fumées d'incinérateur a été quantifiée par une modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants en utilisant un modèle gaussien de deuxième génération (ADMS3). Ce modèle prend en compte des paramètres liés au polluant considéré, les caractéristiques de l'installation (flux d'émission, hauteur de la cheminée, etc.), des données météorologiques et topographiques, ainsi que la rugosité du site. La période d'exposition s'étend depuis la date de démarrage de l'usine jusqu'au début de la période de latence ; nous avons tenu compte d'une période minimale de latence de cinq ans pour les hémopathies malignes et de 10 ans pour les autres cancers. Pour modéliser l'exposition, un mélange de dioxines, furanes, PCB a été choisi comme indicateur des substances présentes dans les rejets canalisés des fumées de combustion des ordures ménagères. Un indicateur d'exposition globale, défini comme la moyenne sur la période des dépôts surfaciques annuels accumulés, a été utilisé pour prendre en compte l'accumulation au sol du polluant émis ainsi qu'une demi-vie dans l'environnement de 10 ans.

Un Système d'Information Géographique (SIG) a été développé pour assigner aux Iris les valeurs d'exposition aux incinérateurs issues de la modélisation ainsi que les valeurs de pollution liée au trafic routier. Le SIG a également permis la réalisation de toutes les représentations cartographiques de l'étude.

L'exposition des Iris aux polluants cancérigènes émis par d'autres sources, en particulier le trafic routier et les industries classées pour la protection de l'environnement (ICPE), ainsi que le niveau socio-économique, le caractère rural ou urbain des Iris et la densité de population, ont été pris en compte dans l'analyse comme facteurs de confusion.

L'analyse statistique des données a été réalisée par une régression de Poisson, en utilisant un modèle additif généralisé (GAM), et en cas de surdispersion poissonnienne, un modèle hiérarchique bayésien a été utilisé.

Entre 1990 et 1999, plus de 135 000 cas de cancers ont été enregistrés dans les quatre départements inclus dans l'étude sur environ 25 millions de personnes-années. Cette population se répartit dans 2 270 Iris dont 23 % (soit 520 Iris) étaient situés en zones de modélisation.

Les risques relatifs (RR) qui ont été calculés comparent le risque de survenue d'un cancer dans des Iris très exposés (percentile 90 de la distribution de l'exposition) au risque de survenue de cancer dans les Iris très faiblement exposés aux émissions d'incinérateurs (percentile 2,5).

L'étude met en évidence plusieurs relations positives statistiquement significatives entre l'exposition aux incinérateurs et l'incidence :

De « tous cancers » chez la femme : RR=1,06 (IC 95 % 1,01-1,12), --p=0,01,
Du cancer du sein chez la femme : RR=1,09 (IC 95 % 1,01-1,18), --p=0,03,
Des LMNH pour les deux sexes confondus : RR=1,12 (IC 95 % --1,00-1,25), p=0,04,
Des LMNH chez la femme : RR=1,18 (IC 95 % 1,01-1,38), --p=0,03,

Des myélomes multiples chez l'homme : RR=1,23 (IC 95 % 1,00---1,52), p=0,05 ;
Des associations positives proches de la significativité pour :
Les STM, pour les deux sexes confondus : RR=1,22 (IC 95 % 0,98---1,51), p=0,07,
Le cancer du foie, pour les deux sexes confondus : RR=1,16 -- (IC 95 % 0,99-1,37), p=0,07,
Les myélomes multiples, pour les deux sexes confondus : --RR=1,16 (IC 95 % 0,97-1,40), p=0,10.

L'étude ne montre pas d'association significative entre l'exposition aux incinérateurs et le risque :

. De cancers toutes localisations chez l'homme
. De cancers du poumon chez la femme et chez l'homme
. De cancers de la vessie chez la femme et chez l'homme
. De leucémies aigues et des leucémies lymphoïdes chroniques chez la femme et chez l'homme.

Discussion

Les points forts de ce travail sont la taille importante de la population suivie, la cohérence avec les résultats trouvés dans la littérature et la mise en évidence de relations exposition-risque. Cependant, l'étude souffre des limites inhérentes à toute étude écologique, la description de l'exposition à l'échelle collective et l'absence d'information sur les facteurs de risque individuels (histoire résidentielle, exposition professionnelle, tabagisme, consommation d'alcool, traitement médical, etc.). Ce manque d'information au niveau individuel a pu générer un biais écologique qui est a priori une erreur de classification non différentielle responsable d'une sous-estimation des relations observées. De plus, le choix des périodes de latence de survenue des cancers pourrait, si elles étaient trop courtes, entraîner une sous-estimation des Risques Relatifs calculés du fait d'une période d'observation trop précoce. Cette incertitude sur les temps de latence réels et le design écologique de l'étude ne permettent pas de garantir que les risques postérieurs à notre période d'incidence des cancers ne soient pas plus élevés que ceux observés. La méconnaissance de l'histoire résidentielle, l'absence de contrôle au niveau individuel des grands facteurs de risque de cancer, l'usage d'un indicateur global d'exposition décrit de manière collective ne permettent pas d'établir un lien de causalité entre l'exposition aux rejets des incinérateurs et l'incidence des cancers.

Conclusion

Une relation statistique positive est mise en évidence entre l'exposition passée aux panaches d'incinérateurs et l'incidence au cours de la décennie 1990, chez la femme, des cancers pris dans leur ensemble et du cancer du sein, des LMNH (lymphomes malins non hodgkiniens) pour les deux sexes confondus et chez la femme, ainsi que des myélomes multiples chez l'homme. L'étude suggère également une relation positive, pour les deux sexes confondus, avec le cancer du foie, les STM et les myélomes multiples. Cette étude écologique ne permet pas d'établir un lien de causalité entre l'exposition aux rejets des incinérateurs et l'incidence des cancers. Toutefois, elle apporte des éléments convaincants au faisceau d'arguments épidémiologiques en faveur d'un impact des rejets d'incinérateurs d'ordures ménagères sur la santé publique.

Enfin, l'étude portant sur une situation passée, ses résultats ne peuvent pas être transposés à la période actuelle. Ils confirment néanmoins la pertinence des mesures de réduction des émissions atmosphériques qui ont été imposées à ce type d'installations industrielles depuis la fin des années 90. Compte tenu des faibles RR observés, il n'y a pas lieu de proposer de mesure particulière de dépistage ou de suivi des populations exposées. En revanche, ce travail pourrait être poursuivi, notamment par une étude étiologique du type cas-témoins, avec mesure individuelle de l'exposition, afin de vérifier si les relations observées persistent après contrôle des facteurs individuels et, le cas échéant, d'apporter des arguments forts de causalité.

Observations
Le lien entre incinération et zones à risques aggravées de cancer est établi.
Cette étude confirme des précédentes études faites autour des incinérateurs de Gilly-sur-Isère (Réf 10) et de Besançon (Viel, Réf. 23)

Nous retenons cependant deux observations :
. La causalité n'est pas établie.
Des facteurs individuels doivent être pris en compte par un examen des cas qui tiennent compte de facteurs tels : l'historique médical des individus, de l'incidence du tabagisme, ou de l'alcoolisme.
Ce travail pourrait être poursuivi par une étude étiologique du type cas-témoins.
. « L'étude portant sur le passé, ses résultats ne peuvent pas être transposés à la période actuelle.»
Il paraît certain qu'avant dix ans, sans nouvelles études dont les objectifs seront clairement définis, il ne sera pas possible de déterminer si les normes actuellement appliquées aux incinérateurs sont suffisamment sévères pour s'assurer que les risques sanitaires dont sont soupçonnées ces machines sont écartés.
Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que « la causalité » est un élément clé pris en compte par la JUSTICE en France
Dans ce contexte, il ne sera pas possible non plus d'effacer le problème sociologique créé par l'existence des UIOM.
Nous ne pouvons que rappeler que des normes sont basées sur les connaissances actuelles, et qu'elles peuvent être révisées en fonction de l'avancement de ces connaissances.

Avec le souci d'informer objectivement sur le sujet, nous avons jugé utile de reproduire un extrait du dossier de Presse

« Chantal Jouanno (Secrétaire d'Etat) présente le Plan d'actions déchets et installe le Conseil National de Déchets » daté du 9 Septembre 2009.
Propos sur : « L'Impact sanitaire des incinérateurs »

« Comme les autres modes de traitement des déchets, l'incinération est susceptible d'avoir un impact sur la santé. Depuis plusieurs années, de nombreux travaux ont été menés pour améliorer les connaissances sur le sujet. Ils ont permis de grands progrès dans la connaissance de l'impact des usines d'ordures ménagères. »

En novembre 2006 l'INVS (Institut de Veille Sanitaire) et l'AFSSA (Agence Française de sécurité sanitaire des aliments) ont rendu public les résultats d'une étude d'imprégnation des populations riveraines d'usines d'incinération. Cette étude a mis en évidence que l'imprégnation riveraine d'usines d'incinération n'est pas supérieure à celle de la population générale, sauf pour le cas des riverains qui consomment une quantité importante de produits animaux locaux et pour les riverains d'usines anciennes, ayant connu des rejets importants de dioxines par le passé. L'étude montre en revanche que dans le cas d'usines récentes, respectant les normes, on ne constate aucune sur imprégnation pour les riverains consommant des produits animaux locaux.

Par ailleurs, l'INVS a publié le 27 mars 2008 les résultats définitifs d'une étude épidémiologique qui fait apparaître une augmentation significative, au sens statistique, de la fréquence de certains cancers pour les personnes ayant subi une forte exposition aux fumées d'incinérateurs dans les années 1971 à 1980 par rapport à la fréquence observée parmi une population très peu exposée : jusqu'à 22% supplémentaires pour certaines formes de cancer du sang chez l'homme, 9% pour

les cancers du sein chez la femme…Les résultats portent sur une situation passée et ils ne peuvent être transposés à la situation actuelle. Aujourd'hui pour tous les incinérateurs d'ordures ménagères, des systèmes de traitement des fumées performants permettent de traiter efficacement différents types de polluants.

Le traitement thermique constitue l'un des outils de traitement, parmi d'autres, à haut degré de protection environnementale, dès lors qu'il est correctement dimensionné et respecte les normes en vigueur. Cette garantie de haut niveau de protection de l'environnement est attestée tant par les études d'impact que par le suivi dans l'environnement mis en place autour des incinérateurs. »

<u>Notre commentaire :</u> Un four d'incinérateur fonctionne en permanence avec des gaz en turbulence dans un milieu instable. C'est dans ce milieu impossible à contrôler que des dioxines sont produites ! Leurs analyses complexes sur site sont impossibles, et le coût de ces évaluations onéreuses. En conséquence, elles sont réalisées avec une fréquence peu compatible avec les besoins d'un contrôle automatisé d'une installation industrielle.
Par ailleurs, un incinérateur ne peut en permanence (24 heures sur 24 et sur toute la durée de son activité) fonctionner dans des conditions stables : Maintien d'une température de 850°à la sortie du four et la garantie que les dioxines seront exposées à ces conditions pendant exactement trois secondes. C'Est la durée précise pour les détruire : Pas plus et pas moins ! En conséquence, logiquement certaines échappent dans l'environnement !

« Le MEDD a demandé à l'ADEME, dans la suite du Grenelle de l'Environnement, d'étudier les modalités d'une généralisation du contrôle semi-continu des émissions de dioxines des usines d'incinération d'O.M. »

Nous n'avons pas connaissance de cette étude.

« Le MEDD a engagé au printemps 2008, dans la suite du Grenelle Environnement, des travaux d'évaluation des conditions de valorisation des mâchefers d'incinération d'O.M avec l'objectif d'en améliorer l'encadrement réglementaire. »

La qualité des mâchefers commercialisés n'est pas surveillée. Notre sentiment est que des progrès sont possibles pour éviter la dispersion de produits polluants dans la nature sans aucun contrôle !

METAUX ET METALLOÏDES

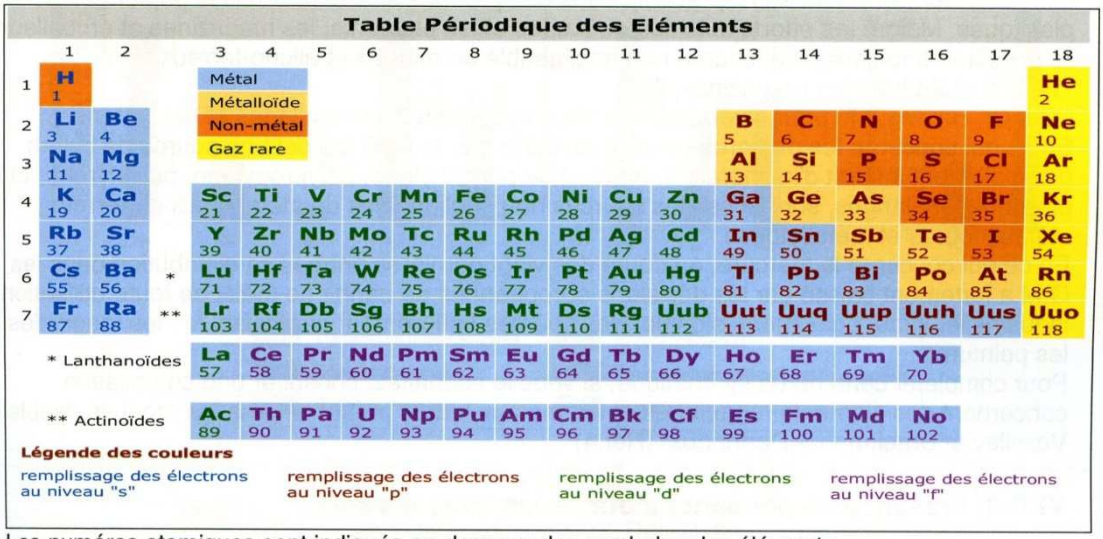
Les éléments chimiques

- La table des éléments selon Mendeleïev :

Tous les éléments chimiques connus à ce jour, sont désignés par des symboles, et sont classés dans la table périodique de Mendeleïev (fig.152 ci-dessous). Ces éléments se combinent et forment des molécules qui sont la base de toute matière. Cette table est constituée de 7 lignes horizontales composées de 'périodes ou de séries', et 18 colonnes représentant des 'groupes ou des familles'. Un numéro atomique est attribué à chaque élément.

La présentation de ce tableau est légèrement différente selon les auteurs, mais le principe dominant est que les éléments de chaque groupe (par colonne) se ressemblent du point de vue comportement chimique.

Les matières colonne 1 sont des métaux alcalins, hormis l'hydrogène (H qui est un non-métal).
Les éléments en colonne 2 des métaux alkino-ferreux.
En passant du groupe 3 à 18 les caractéristiques changent progressivement : de très électropositifs (éléments métalliques) ils deviennent très électronégatifs (éléments non-métalliques).
Sont des métalloïdes le : B, Al, Si, Ge, As, Sb, Te, Po, At, c'est-à-dire qu'ils peuvent exister sous des0 formes métalliques ou non métalliques.



Les numéros atomiques sont indiqués en-dessous des symboles des éléments

Tableau de Mendeleïev (Réf. 20)

Sont considérés comme des non-métaux le C (col.14), les N et P (col.15) ; les O, S, et Se (col.16) ; les F, Cl, Br, et I (col.17), ainsi que les six gaz rares He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn (col.18), et le H (col.1).
Ces éléments, à la différence des molécules de synthèses tels certains médicaments, les produits phytosanitaires, les plastiques issus de la pétrochimie, ou les alliages utilisés dans l'aéronautique, sont naturellement présents dans la croûte terrestre.
Ils peuvent s'allier pour former des composés minéraux ou organo-minéraux.

Origines naturelles :

- Les volcans
- L'érosion de la croûte terrestre

La plupart des métaux en l'état de trace sont présents dans le fond géochimique (sols, eaux).

Pollutions d'origines anthropiques

- L'extraction de minerais
- La combustion d'énergies fossiles pour l'industrie, le transport et l'agriculture

Gisement de métaux lourds dans les ordures ménagères et assimilées

Ce sont principalement des incombustibles (produits réfractaires, et métaux) qui se retrouvent dans les fumées et résidus solides. Les sources sont d'origines diverses : les déchets de voirie, les DIB (dont le plâtre est porteur de sulfate), le verre, le calcaire biologique (coquilles et mollusques), les composants de piles électriques, les contacteurs, les cartes électronique, les matériels électriques divers et batteries avec de l'argent (Ag), du cadmium (Cd), du lithium (Li), du manganèse (Mn), du plomb (Pb) et zinc (Zn).

L'application d'un tri sélectif sévère devrait réduire ces pollutions.

Mais ces éléments sont aussi présents dans des produits plus usuels tels le papier et les plastiques. Malgré les efforts faits sur les encres et les pigments, les magazines et emballages, ils constituent toujours une source non négligeable en métaux et alkino-ferreux :

. Fe, Pb et Zn pour les magazines, et

. Cu, Cr, Ba, Mg, Mo pour divers type de papiers comme les emballages et les cartons.

En ce qui concerne les matières plastiques, outre que le PVC qui est une source de chlore (normalement interdit d'incinération, mais…), le polyéthylène, polypropylène, polystyrène, et les plastiques mélangés, sont aussi des sources non négligeables de métaux, alkino-ferreux, métaux lourds et métalloïdes :

En ce qui concerne le mercure, au cours des vingt dernières années sa distribution dans les O.M a fortement baissé par les décisions européennes de bannir ce métal de toute utilisation industrielle. Il faut également signaler des sources difficilement quantifiables : les fongicides et les peintures.

Pour compléter cette revue synthétique, si vous le souhaitez, consulter une compilation concernant des éléments réfractaires et les métaux lourds présents dans les produits usuels par Vassilev et Braekmann- Dannheux (Réf.4)

Présence de polluants métalliques dans les sols

Les teneurs en éléments traces dans les sols en zones rurales de France (exprimées en mg/kg, Source Baize, 2000) sont :

Eléments	Fourchettes de valeurs couramment observées	Fourchettes de valeurs observées en cas d'anomalies modérées	Fourchettes de valeurs observées en cas d'anomalies fortes
As	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cd	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 16
Cu	2 à 20	20 à 62	65 à 102
Cr	0 à 90	90 à 150	150 à 3180
Ni	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Pb	9 à 50	60 à 90	100 à 3000
Zn	10 à 100	100 à 250	250 à 3800

- Les sources de contaminations diffuses sont multiples :

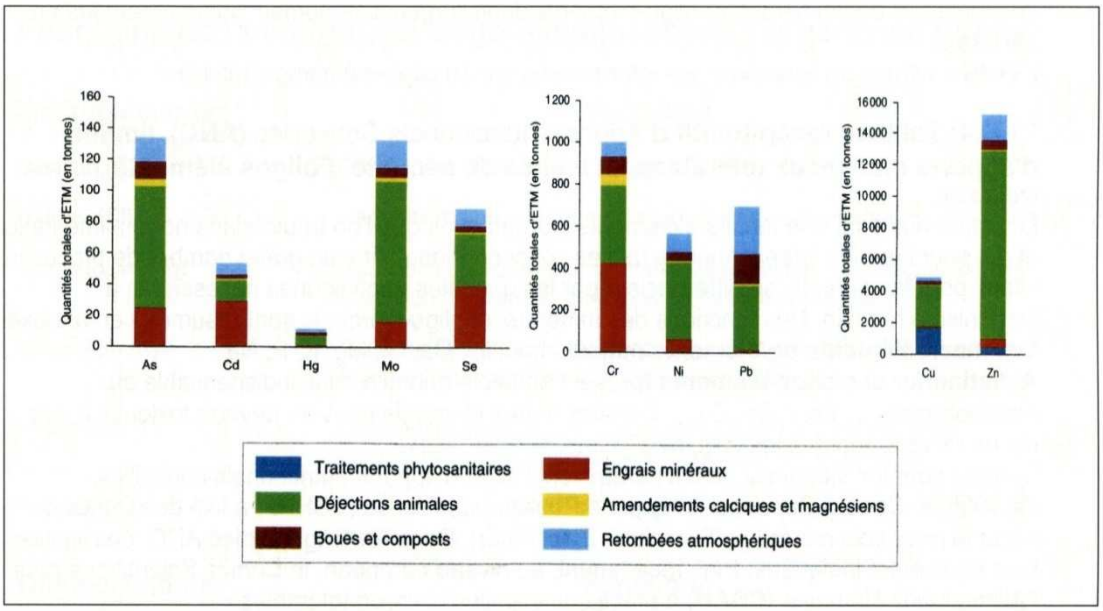
. Retombées d'origine naturelle, éruptions volcaniques, feux de forêts... ;

. D'origine anthropique : activités industrielles, circulation automobile, incinération d'O.M…

. Les activités agricoles constituent également des sources de contamination importante :

..L'utilisation de fertilisants minéraux (Cd contenu dans les engrais phosphatés), ou les produits phytosanitaires (Cu dans la bouillie bordelaise, un anti fongicide).
.. L'épandage de lisiers de porcs (Zn et Cu dans l'alimentation animale) ou les déchets organiques issus des boues des stations d'épuration.

A la demande de l'Ademe, la société SOGREAH (2007, réf : 25) a réalisé un bilan des quantités d'ETM entrant dans les sols agricoles français.
Cette étude a mis en évidence que les déjections animales contribuent de manière significative aux entrées d'ETM dans les sols agricoles.
En revanche, la contribution à partir des amendements calciques et magnésiens dans les sols français est faible ; de même que celle des boues et des composts, sauf pour le Hg (17%) et le Pb (20%).



· Sources d'ETM et estimation des quantités entrant annuellement dans les sols agricoles français (source Sogreah 2007) Gestion des sols (Ademe)

Les sources de contaminations concentrées
En général, il s'agit de surfaces bien délimitées avec des sources de contaminations bien identifiées. Elles sont généralement associées aux exploitations minières, industrielles, ainsi qu'aux décharges. Ce sont des installations opérationnelles ou fermées, et sont la conséquence de fuites ou d'épandages de produits chimiques accidentels ou pas, ou à des retombées atmosphériques parfois accumulées pendant des années aux abords de sites industriels, voire des routes à grande circulation.
Les polluants contaminent les couches du sol à trois profondeurs :
♦La couche superficielle par voie aérienne sur des sols non labourés (de 0 à 20cm de profondeur)
♦La couche résultant d'un épandage d'engrais, de lisiers, ou de boues (de 0 à 30 cm).
♦ Les couches inférieures où les teneurs dépendent de la nature de la roche mère, l'acidité du sol, de la dynamique de l'eau, de l'abondance de matières organiques ainsi que de l'activité humaine.

Les éléments traces (ETM) dans le sol
Ce sont des éléments dans la concentration massique est pour la plupart des auteurs inférieur à 0,1 pour mille dans les êtres vivants et la croûte terrestre.

Dans les plantes certains auteurs fixent la limite à 1%.
D'une façon générale, les concentrations de métaux sont plus élevées dans les parties végétatives (feuilles et racines) que dans les parties reproductrices (graines et fruits). En général, le rapport [concentration dans la plante/ concentration dans le sol] est
inférieur à 1. L'acidité influence le prélèvement par les racines. A l'exception du Mo et du Se, plus le sol est acide, plus le transfert de As, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn vers la plante est élevé. L'alcalinité (le chaulage) a l'effet inverse.
Certains métaux sont des 'éléments majeurs' tels le Na, Ca, Mg, K, P, Cl ;
D'autres sont des 'éléments traces' tels le Cr, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Mo, et Pb.
Certains métalloïdes ou non métaux sont des éléments majeurs tels les C et O ;
D'autres sont des éléments traces comme le Se ou l'As.
Bien entendu, la répartition de chaque élément peut varier énormément, dans les métabolismes vivants ou leur environnement (terre, air, eau). Les principales raisons de ces déséquilibres sont d'origines anthropiques.
Les fonctions des minéraux et oligo-éléments dans l'organisme humain sont présentés dans le tableau page suivante.
L'OMS a diffusé un livre avec des informations sur 19 oligo-éléments (Réf.19)

Tableau récapitulatif d'Apports Nutritionnels Conseillés (ANC), limites d'apports maximaux tolérables, et limites de sécurité d'oligo-éléments (CNERNA-CNRS 2001) :
Les minéraux sont une famille d'éléments inorganiques que l'on trouve dans notre alimentation et qui pour certains interviennent à faibles concentrations dans un grand nombre de processus vitaux pour la santé. Ils se différencient par les quantités quotidiennes nécessaires à l'organisme humain. Des fonctions des minéraux et oligo-éléments sont résumées en annexe 6.
Les macroéléments ou éléments majeurs sont le : Ca, Cl, Mg, K, P, Na
A distinguer des oligo-éléments (présent en faible quantité mais indispensable au métabolisme : Cu, Fe, I, Se, Zn, …Certains autres éléments peuvent devenir toxiques à des doses relativement faibles : As, Ni, F, Cr,…
Comme pour les vitamines, les minéraux font l'objet d'apports nutritionnels conseillés.
En 1995, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) a fixé des limites de sécurité pour trois minéraux (Sélénium, Zinc, Fluor). Dans l'ouvrage sur les ANC, des limites sont également indiquées. Plus récemment, au niveau européen, le Comité Scientifique pour l'Alimentation Humaine (CSAH) a établi des « limites d'apport tolérables ».
Il ne faut pas confondre limites avec seuils de toxicité. L'Ingestion quotidienne d'une quantité aux limites de sécurité indiquée, pendant toute une vie, n'entraîne pas d'effet néfaste sur la santé.
a - Limites proposées par différents auteurs (cf. apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3è édition, CNERNA-CNRS, 2001)
b - Avis sur les limites de sécurité dans les consommations alimentaires des vitamines et de certains minéraux, Conseil Supérieur d'Hygiène Publique en France (CSHPF) ,1995
Pas de limite signifie qu'il n'a pas été possible de fixer de limite maximale en l'état actuel des données toxicologiques.

N/d : au niveau européen, l'étude est en cours de réalisation (non déterminé)

	Apports Nutritionnels Conseillés (ANC)	Limites s'apport max. tolérable (CSAH)	Limites de de sécurité** (a,b)
Eléments majeurs		**N/d non déterminé**	
Sodium	Pas d'ANC	N/d	
Potassium	Pas d'ANC	N/d	
Calcium (mg/j)	500-1200	2500	2000
Magnésium (mg/j)	80-420	250 (à partir de 4 ans)	
Phosphore (mg/l)	360-850	N/d	
Chlore	Pas d'ANC	N/d	
Oligo-éléments			
Fer (mg/j	7-30	N/d	28
Zn (mg/j)	6-19	7-25	15-40 selon auteur
Cu (mg/j)	0,8-2	1-5	
Mn (mg/j)	2-3***	Pas de limite	4,2-10
(microgm/j)	80-200	200-600	
Se (microgm/j)	20-80	60-300	150
Cr (microgm/j)	25-70	Pas de limite	
F (mg/j)	0,1-2	N/d	0,4-4
Mo (microgm/j)	30-50	100-600	350
Si (mg/j)	5***	N/d	
Va (microgm/j)	10-20***	N/d	100
Ni (microgm/j)	75***	N/d	
Bo (microgm/j)	0,5-1	N/d	18
As (microgm/j)	12-25***	N/d	140-250

* 'Tolerable upper intake levels'

** Limites de sécurité y compris apport alimentaire minéraux et en oligo-éléments

*** Besoins estimés chez l'adulte, n'a pas d'ANC

Fonctions des minéraux et oligo-éléments dans l'organisme humain

Macroéléments	Fonctions
Calcium (Ca)	Constituant du squelette, contraction musculaire
Chlore (Cl)	Régulation de la pression osmotique, acide chlorhydrique de l'estomac.
Magnésium (Mg)	Réactions énergétiques, synthèse de protéines, transcription de l'ADN, activation d'enzymes, transmission des influx nerveux.
Potassium (K)	Equilibre hydro-électrique, fonctionnement des systèmes nerveux et musculaires, réactions stomacales et rénales
Phosphore (P)	Constituant du squelette, des acides nucléiques, membranes (phospho-lipides), énergie (ATP), équilibre acido-basique.
Sodium (Na)	Equilibre hydro-électrique, fonctionnement des systèmes nerveux et musculaires
Oligo-éléments	**Fonctions**
Arsenic (As)	Métabolisme énergétique, métabolisme de la méthionine (acide aminé)
Bore (B)	Métabolisme du glucose, des lipides et des acides aminés, formation de l'os, stabilisation des membranes, érythropoïèse.
Chrome (Cr)	Métabolisme des glucides, des lipides et des acides nucléiques.
Cuivre (Cu)	Minéralisation des os, régulation des neurotransmetteurs, métabolisme du fer, immunité.
Fer (Fe)	Constituant de l'hémoglobine et d'enzymes.
Fluor (F)	Protection des dents et des squelettes.
Iode (I)	Structure moléculaires d'hormones thyroïdiennes.
Manganèse (Mn)	Métabolisme glucidique et lipidique, détoxication des radicaux libres.
Molybdène (Mo)	Métabolisme des acides aminés, soufrés, et des purines.
Nickel (Ni)	Métabolisme de la méthionine.
Sélénium (Se)	Activation d'enzymes, antioxydant, modulation des réponses immunitaires, détoxication des métaux lourds.
Silicium (Si)	Synthèse du collagène et des protéoglycanes, formation de l'os.
Vanadium (Va)	Action possible au niveau de la thyroïde de et de l'os.
Zinc (Zn)	Antioxydant, synthèse protéique, transcription du génome, métabolisme des AGPI, synthèse des prostaglandines.

Source : Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, CNERNA-CNRS (2001)

La bio-surveillance des retombées atmosphériques des métaux traces (Réf.7) :
En industrie, les ETM échappent aux systèmes de filtrage des fumées.
L'utilisation comme bio-accumulateurs de mousses permet de retenir des traces infimes de polluants métalliques et de les concentrer. Ces organismes sont capables d'intégrer des dépôts sur des durées de plusieurs mois. Les teneurs ainsi concentrées se situent généralement au-delà des seuils analytiques de détection ce qui permet d'évaluer les retombées atmosphériques des ETM.
Dans les mousses, l'eau et les nutriments sont principalement apportés par les dépôts atmosphériques puisqu'elles n'ont pas d'appareils conducteurs développés, ni de racines comme chez les plantes supérieures.
Les mousses présentent un rapport surface/volume important (nombreuses feuilles autour de la tige). Leurs feuilles n'ont pas de cuticules développées et sont souvent formées d'une seule couche de cellules dont les parois chargées se comportent comme des résines échangeuses d'ions. Ces caractéristiques facilitent le piégeage des éléments qui selon leur forme vont s'accumuler.
Une fois captés, les éléments sont retenus plus ou moins efficacement. Les particules piégées sur les feuilles et parties mobiles seront facilement éliminés par lessivage et frottement mécaniques.
Les facteurs pouvant influencés les concentrations dans les mousses sont :
. Le type d'éléments
. L'espèce
Les espèces recommandées pour ce type d'analyses sont :
. Scleropodium purum
. Pleurozium schreberi
. Hypnum cupressiforme
. Hylocomium splendens
. Thuidium tamariscinum
Elles sont facilement identifiables sur le terrain, forment des tapis, sont peu sensibles à la compétition inter-espèces, sont pérennes, et à croissance végétative prépondérante.
. La croissance et la biomasse correspondante
. L'envol des apports de proximité
. Les facteurs environnementaux : climat, altitude
L'Estimation des dépôts de métaux lourds
Les concentrations dans les mousses sont généralement exprimées en micro GM/GM de MS. Comme indiqué au-dessus les concentrations dans les mousses reflètent un équilibre dynamique entre l'accumulation due au dépôt et les pertes physiques diverses.
La méthode « mousse » est utilisée pour l'estimation relative des dépôts en métaux et permet d'en mesurer les évolutions spatio-temporelles.

Les effets sur la santé animale et humaine des éléments traces métalliques (ETM)
Nous avons jugé utile de rappeler par quelques exemples l'étendue des utilisations industrielles des ETM qui sont en quantités 'traces' dans la nature. Les effets des ETM sur la santé sont bien connus. Même à des expositions de faibles concentrations, si elles sont chroniques, elles peuvent avoir de graves conséquences.
L'exposition en milieu industriel à des métaux lourds ** (en l'état pur ou composés) en absence de précautions est responsable d'une multitude d'effets néfastes sur différents organes de l'être humain. Les principaux éléments rejetés dans l'environnement sont : l'arsenic, le cadmium, le cobalt, le chrome, le manganèse, le mercure, le nickel, le cuivre, le manganèse et le plomb.
** Historiquement, par commodité, certains de ces éléments ont été classés comme métaux lourds par les toxicologues, mais leurs caractéristiques physiques telles

qu'indiquées dans la table de Mendeleïev ne correspond pas a cette définition. Exemples : As et Al sont des métalloïdes ; le Se est un non-métal.
En industrie c'est surtout par voie respiratoire et cutanée que les problèmes sanitaires se posent. Dans la liste non exhaustive qui suit, nous indiquons quelques effets sanitaires de certains métaux toxiques.
- Pour des informations médicales et sanitaires complètes, il faut se référer aux Fiches de L'INRS :

♦ Arsenic (As) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 192 (édition 2006)

Utilisations industrielles

L'As est utilisé dans :

- La fabrication d'insecticides, de raticides, d'herbicides et de fongicides
- L'Industrie des colorants
- La métallurgie (pour durcir le cuivre, le plomb, et les alliages de l'or)
- Le traitement des peaux en tannerie mégisserie

Toxicité chez l'homme :

Aiguë

L'Intensité des troubles varient en fonction du composé incriminé et de sa nature.
L'Ingestion d'une dose massive se traduit par de graves troubles digestifs : vomissements, douleurs abdominales, diarrhée souvent avec hémorragie.
Dans les formes suraiguës la mort survient rapidement.
Dans les formes les moins intenses, on peut observer une atteinte hépatique, rénale, une polynévrite et des troubles cutanés (hyperpigmentation).
Après inhalation, les sujets présentent une irritation du nez, trachée et bronches qui se traduisent par une toux, une dyspnée et des douleurs thoraciques.
L'ingestion ou l'inhalation sur des périodes longues d'arsenic est responsable de cancers de la peau et de la vessie.
Après exposition cutanée, des intoxications subaiguës peuvent survenir et qui se manifestent par des signes neurologiques.
Certains sels de l'Arsenic peuvent provoquer de graves brûlures oculaires.

Chronique

En milieu industriel l'As agit sur de multiples organes :

- Atteinte cutanée dans des zones non découvertes
- Chute de cheveux
- Apparition de bandes blanches et grises et transversales des ongles (Stries de Mees)
- Polynévrite sensitivomotrice débutant aux hanches inférieures
- Atteinte sanguine
- Atteinte des muqueuses
- Atteinte sanguine

Mutagenèse

Une augmentation du nombre d'aberrations chromosomiques a été retrouvée dans des lymphocytes d'ouvriers exposés à l'arsenic

Cancérogenèse

Des études épidémiologiques ont révélé une élévation du nombre de cancers du poumon et de la peau chez les personnes exposées à l'As. Le rôle de facteurs adjuvants tels que le tabac et le dioxyde de soufre serait important dans la fréquence de ces cancers. D'autres localisations sont suspectées mais pas prouvées
Effet sur la reproduction :
Une étude effectuée chez des employés exposés à l'As, mais également à d'autres toxiques a mis en évidence des effets tératogènes et embryotoxiques : augmentation des avortements spontanés, des petits poids à la naissance et des malformations.

♦ Le cadmium (Cd) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 60 (édition 1997)

Utilisations industrielles

Cd métal

- Constituant de nombreux alliages : fusibles électriques

- Extincteurs automatiques
- Roulements à billes spéciaux
- Barres pour réacteurs nucléaires
- Revêtements anticorrosion
- Revêtement anticorrosion des métaux
- Electrode négative dans des accumulateurs rechargeables

Composés minéraux de Cd :

- Stabilisants pour les plastiques
- Pigments pour peintures, plastiques, encres,
- Constituants de nombreux matériels électriques : batteries alcalines, cellules photo électriques, semi-conducteurs...
- Substances luminescentes pour télévision.

Toxicité sur l'homme

Aiguë

L'ingestion accidentelle de sels minéraux de Cd est rapidement suivie de troubles digestifs intenses : nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhées qui peuvent intervenir dès l'absorption d'une dose unique de 10 mg. L'absorption de doses élevées conduit à une insuffisance rénale. Aux doses massives la mort peut survenir dans les 24 h.

Par voie respiratoire une intoxication aiguë peut être provoquée par une brève exposition à une forte concentration de vapeurs passée inaperçue des travailleurs (il n'y a pas d'odeur marquée ou d'effet irritant immédiat), par exemple lors de la soudure ou le découpage d'un métal cadmié. Un œdème aigu peut se déclarer et qui est susceptible d'entraîner la mort.

Chronique

L'intoxication chronique professionnelle a été décrite surtout chez des sujets exposés à des fumées d'oxyde ou à des poussières de Cd ou ses composés. Le Cd est un toxique cumulatif. Son élimination est très lente.

Les principaux organes atteints sont les reins, les poumons, et les tissus osseux.

Mutagenèse

Les études sur des travailleurs exposés aux Cd n'ont pas permis d'évaluer correctement le pouvoir génotoxique chez l'homme.

Cancérogenèse

En 1976, des enquêtes épidémiologiques signalaient, sans être concluantes, une tendance à l'augmentation de la mortalité par cancer bronchique et prostatique chez des travailleurs exposés au Cd.

Des récentes études ne confirment pas les premiers résultats concernant les cancers prostatiques.

Etude sur la reproduction

Les études dans ce domaine sont fragmentaires et ne permettent pas une évaluation correcte du sujet.

Des modifications des spermatocytes ont été signalées chez des travailleurs exposés à de fortes concentrations de fumées d'oxyde de Cd.

Une étude sur 106 femmes exposées professionnellement au Cd au cours de leur grossesse a mis en évidence une réduction du poids des enfants à la naissance, des signes de rachitisme, et un retard du développement dentaire.

Autres manifestations :

Chez les fumeurs peut apparaître des signes d'imprégnation par coloration jaunâtre du collet et de l'émail des dents, c'est la « dent jaune cadmique »

La demi-vie biologique du produit dans l'organisme est estimée entre 10 et 30 ans.

♦ Le cobalt (Co) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 128 (édition 2000)

Utilisations industrielles

Le Co et ses composés minéraux ont les applications suivantes :

- Fabrication de nombreux alliages (aéronautique, électronique, aimants, prothèses
- Pigments dans l'industrie du verre et des céramiques

- Emaillage du fer et de l'acier
- Galvanoplastie
- Siccatifs et pigments pour les peintures et vernis
- Catalyseurs
- Fertilisants et additifs alimentaires pour animaux.

Toxicité sur l'homme :

Aiguë

Les intoxications aiguës sont rares. Ne concernent que l'inhalation.

De nombreux praticiens considèrent qu'il s'agit d'un asthme, d'une broncho-alvéolite ou d'une fibrose pulmonaire débutante.

Chronique

Les intoxications publiées chez l'homme concernent principalement des expositions par inhalation en particulier dans l'industrie des métaux frittés.

Un nombre variable de sujets développent des asthmes (5 à 10%) ou des rhinites rythmés par le travail.

Quelques cas anciens par ingestion sont décrits d'intoxications par ingestion dans des contextes non professionnelles.

L'exposition cutanée entraîne des atteintes allergiques locales.

Effets cardiaques

Des cardiomyopathies sévères ont été observées chez l'homme à l'époque ou cet élément était utilisé comme moussant dans la bière. Ce même phénomène a été rapporté chez des travailleurs ayant été exposé entre autre au cobalt, mais aucune étude épidémiologique n'a confirmé ces cas cliniques.

Certaines études ont montré chez des travailleurs exposés aux poussières de cobalt métal, lors de la production de carbures métalliques frittés, une tendance à l'anémie.

Effet sur la thyroïde :

Des enfants traités pendant plusieurs mois pour anémie par le Co ont présentés des hypo- thyroïdes et des goitres.

Effets cutanées

Le Co peut produire une dermite allergique avec test épicutané positif. Le métal, ses sels, et ses oxydes ont des effets cutanés.

Cancérogenèse

Les études épidémiologiques consacrées au risque cancérogène lié à l'exposition aux dérivés du Co sont rares.

Une étude épidémiologique de mortalité a été conduite sur une cohorte de salariés d'une usine électrochimique produisant du Co et Na. Aucune augmentation de mortalité par cancers broncho-pulmonaires n'a été observée dans l'atelier de fabrication du Co.

Par contre, plusieurs études ont été menées dans des entreprises de production de carbures métalliques frittés. Toutes concordent en montrant une augmentation de la mortalité par cancer broncho-pulmonaire.

Cependant, ces groupes n'étaient pas exposés exclusivement au Co, mais à un mélange de Co, de carbures métalliques frittés et d'autres composés.

Le sulfate de Co peut causer un cancer par inhalation. Il est également nocif par ingestion.

♦ Le chrome (Cr) et trioxyde de chrome (CrO_3) :

Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT1 (édition 2007)

Utilisations de CrO_3 :

- Traitements de surface et protection de métaux contre la corrosion
- Fabrications de produits de traitement du bois
- Fabrication de catalyseurs, de pigments
- Intermédiaire pour la fabrication d'autres composés du chrome

Toxicité sur l'homme

Aiguë

L'inhalation d'aérosols contenant du CrO3 provoque une irritation des muqueuses respiratoires et pulmonaires entraînant des douleurs thoraciques, toux, dyspnée et cyanose.

L'ingestion accidentelle est responsable de lésions caustiques du tube digestif pouvant se traduire par des brûlures bucco-œsophagiennes avec parfois un œdème de la glotte, des vomissements sanglants, de violentes douleurs épigastriques.

Ce dernier entraîne d'importants désordres hydroélectriques et est la cause principale d'un collapsus cardiovasculaire. Dans les jours qui suivent, on peut observer une insuffisance rénale par atteinte tubulaire ainsi que, dans certains cas, une hépatite cytolytique et une hémolyse.

Chronique

Un contact répété avec la peau et les muqueuses et l'inhalation chronique d'atmosphères chargées d'aérosols de trioxyde de chrome entraînent des pathologies connues.

Au niveau cutané, on observe des ulcérations caractéristiques peu étendues, mais profondes. Elles peuvent survenir à n'importe quel endroit du corps où il y a contact cutané avec le chrome. On note également des dermites eczématiformes.

Au niveau des voies respiratoires, des atrophies de la muqueuse nasale sont fréquentes, surtout en cas d'hygiène insuffisante.

Il est possible de rencontrer des effets digestifs et des néphrites tubulaires. Les atteintes rénales semblent survenir aux mêmes niveaux d'exposition que les atteintes pulmonaires.

Mutagenèse

Plusieurs études ont été conduites sur des travailleurs exposés au chrome VI chez lesquels des lymphocytes circulants ont été isolés. En général, dans les études bien menées les résultats se sont avérés négatifs y compris dans les entreprises d'électrolyse.

Cancérogenèse

Des études épidémiologiques dans l'industrie des pigments, et de l'électrolyse ont démontré un risque accru de cancers pulmonaires, sans que les composants responsables soient identifiés.

Le CrO3 est classé cancérogène catégorie 1 et mutagène catégorie 2 par le CIRC.

♦ Le mercure (Hg) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 55 (édition 1997)

Utilisations :

Il a trois grands domaines d'applications industrielles :

- Dans l'industrie électrique comme constituant de piles, de lampes, de tubes fluorescents, des redresseurs de courants, des contacteurs.
- Dans l'industrie chimique comme cathode liquide dans les cellules d'électrolyse du chlorure de sodium (production de chlore et de soude)
- Dans la fabrication d'instruments de mesure de laboratoire

Il sert également à la préparation d'amalgame (de joailleries avec le cadmium)

Toxicité sur l'homme :

Aiguë

Avec le mercure élémentaire, deux types d'intoxication peuvent survenir avec différentes conséquences :

Par inhalation, on observe une irritation des voies respiratoires et des troubles digestifs.

En cas d'ingestion, le mercure du fait de sa très faible absorption digestive, n'entraîne pas d'intoxication systémique.

Cependant, les sels de mercure provoquent immédiatement des douleurs, des vomissements, et de la diarrhée souvent sanglante.

L'intoxication est d'autant plus sévère que le dérivé en cause est plus soluble.

Chronique

Des études épidémiologiques réalisées aux Etats-Unis et au Canada ont mis en évidence une corrélation entre la concentration du mercure dans l'atmosphère et sa concentration dans le sang des travailleurs, ainsi qu'entre ces concentrations et l'importance des symptômes observés.

Mutagenèse

Un nombre anormalement élevé d'aberration chromosomiques a été observé chez des travailleurs professionnellement exposés au mercure.

Des cas de stérilité ont été observés chez des travailleurs exposés à l'oxyde mercurique dans une fabrique de batteries. Une augmentation des avortements a été signalée chez des femmes exposées à des vapeurs de mercure.

♦ Le nickel (Ni) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 68 (édition 1992)

Ils peuvent aussi s'allier pour former des composés minéraux ou organo-minéraux.

Utilisations :

- Production d'aciers inoxydables et spéciaux
- Préparation d'alliages (avec du Cu, de l'Al, du Mo) pour la fabrication de monnaie, d'ustensile de cuisine.
- Nickelage des métaux
- Catalyseur en chimie organique
- Fabrication :

.. Aimants

.. Batteries alcalines (nickel-cadmium)

Toxicité sur l'homme

Aiguë

L'intoxication accidentelle par voie orale provoque des troubles digestifs

Chronique

Le nickel est connu comme l'allergène le plus courant pour la peau. Un contact journalier avec des objets usuels (bijoux, pièces de monnaie) par des personnes sensibles au Ni et ses composés les atteint de dermatoses eczématiques récidivantes.

De nombreux cas d'asthme sont liés à une exposition à des composés solubles du Ni.

Il est signalé chez des travailleurs de raffinage du Ni, des rhinites et des sinusites chroniques.

Mutagenèse, Cancérogenèse

Les améliorations technologiques intervenues depuis le années 1920-30 dans les industries utilisant le Ni ont permis de minimiser les risques au stade de la fabrication.

En dehors de l'effet cancérogène probable du sous-soufre de Ni, il n'est pas possible de prononcer sur l'éventuelle responsabilité de la cancérogénicité d'autres composés du Ni.

♦Le plomb (Pb) et ses composés minéraux : Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 59 (édition 2006)

Utilisations

A l'état pur ou sous forme d'alliages il est présent dans :

- L'imprimerie
- La fonderie
- La fabrication et l'application des émaux et frittes au plomb (poterie, faïencerie)
- Le soudage à l'étain
- Des verres au plomb
- La pigmentation pour certaines peintures (chromate de plomb..)
- La fabrication d'accumulateurs (anciens modèles)

Toxicité sur l'homme

L'intoxication, en milieu professionnel peut survenir après inhalation (poussières ou fumées) par des victimes qui ignorent la teneur en plomb de l'objet qu'ils usinent ; ou par ingestion de plomb ou de ses composés.

L'enfant est plus sensible aux effets de ces produits.

Aiguë

Elle se manifeste par :

Des troubles digestifs (vomissements, diarrhées, selles noires, troubles rénaux, et des problèmes neurologiques qui conduisent parfois à un coma convulsif

Chronique

Le problème se pose de la détermination du seuil d'apparition de certaines des manifestations pathologiques.

L'effet principal est une anémie.

Des signes classiques comportent des dépôts de plomb au niveau des gencives. Ces crises sont parfois provoquées par une infection ou une prise d'alcool.

En milieu professionnel, une altération des fonctions cognitives peut apparaître

Le plomb provoque des atteintes rénales, osseuses et une hypertension artérielle.

Il est admis que des intoxications aiguës ou subaiguës liées à de fortes peuvent entraîner un dysfonctionnement ovulatoire (avec stérilité), ou des avortements, ainsi qu'une prématurité et une augmentation de la mortalité post natale.

Cancérogenèse

Les études épidémiologiques ne montrent pas d'augmentation significative du risque cancérogène lié à l'exposition du plomb et de ses dérivés.

Toutefois, une méta-analyse récente révèle une faible augmentation de l'incidence de certains cancers chez des sujets fortement exposés (fonderie, fabrication de batteries). Cet effet est noté pour les poumons, et de façon moins certaines pour la vessie.

♦ Le Sélénium (Se) Réf : Inrs, Fiche toxicologique FT 150 (édition 2002)

Utilisations :

- L'industrie électrique et électronique
- L'industrie métallurgique
- L'industrie des lubrifiants
- L'industrie chimique : catalyse
- L'industrie du verre et de la céramique
- L'industrie des peintures et vernis : certains composés sont utilisés comme pigments.
- L'industrie du caoutchouc : vulcanisation en présence de soufre
- Le raffinage du cuivre (récupération du Se par électrolyse)

Toxicité sur l'homme

Aiguë

Lors d'expositions professionnelles au sélénium et ses composés, les intoxications peuvent faire suite à une inhalation massive de gaz voire de vapeurs ou de poussières ou à une projection sur la peau. Les principaux symptômes sont des signes d'irritation cutanée, oculaire ou respiratoire, variables en fonction des produits, la pigmentation rose des phanères et l'odeur alliacée de l'haleine étant caractéristique de ce type d'intoxication.

Chronique

Ces cas concernent principalement des expositions par inhalations. Ils associent des symptômes non spécifiques : asthénie, irritabilité, perte de poids, tremblements, très fréquemment des troubles gastro-intestinaux avec nausées. D'autres symptômes seront plus évocateurs d'intoxications par le sélénium similaires au cas aiguës.

Cancérogenèse :

Les données concernant un éventuel effet cancérogène font l'objet de discussions.

Inquiétudes concernant la qualité des composts issus des boues d'épuration

La qualité et la quantité des boues suscitent parfois des inquiétudes quant leurs utilisations.

La composition en éléments fertilisants est variable selon le traitement et la source de la matière première.

Elles ne remplacent que partiellement la fertilisation minérale des cultures qui dépendent des natures des sols et des besoins spécifiques de chaque culture, et cela crée des difficultés à intégrer les boues dans les itinéraires techniques culturaux.
L'incertitude sanitaire pose également questionnement. Cela concerne :
♦ **Les Composés Organiques Traces (COT) dont les sources sont multiples** : Médicaments, solvants, détergents, pesticides, effluents industriels plus au moins biodégradables.
Les organismes pathogènes (bactéries, virus) et parasitaires. La concentration en est accrue lorsque la STEP dysfonctionne.
Des microorganismes pathogènes ou susceptibles de l'être et des parasites sont toujours présents dans les boues. La variabilité des germes pathogènes et des parasites susceptibles d'être retrouvés sont le reflet des maladies qui affectent l'homme et les animaux.
Cependant, la présence d'un agent infectieux dans une boue ne détermine pas ipso facto un risque sanitaire. Les relations épidémiologiques entre ces agents et les risques ne sont pas connus avec précision. Trop de facteurs complexes interviennent.
La dose d'agents infectieux capables de déclencher une maladie chez l'homme ou les animaux supérieurs est variable. L'âge, l'état de santé, les immunités acquises… sont autant de paramètres qui modifient les seuils.
Par exemple, l'ingestion de 10 à 100 Shigella est susceptible d'entraîner une infection chez l'homme alors qu'il faudra 10 000 à 1 000 000 de salmonelles pour provoquer une salmonellose.
La situation des risques parasitaires est relativement plus simple, où les organismes sont plus souvent macroscopiques, plus facilement déterminables et dénombrables (exemple comptage des œufs d'Ascaris).
Le traitement des boues avant recyclage doit limiter le retour de polluants dans l'environnement.
Les problèmes cités nécessitent qu'il y ait une surveillance accrue sur la qualité des boues, et un respect des pratiques d'épandage sur les prairies afin de réduire le risque de contamination des animaux d'élevage par ingestion.
♦ **Des organismes pathogènes susceptibles d'être présents dans des boues d'épuration, fumiers, lisiers, et sous-produits d'animaux :**
(Voir aussi Réf 5,6)
a) Virus et rickettsie
. Poliomyélite (paralysie et atrophie musculaire).
. Hépatite virale (type A-B).
. Infections à virus : pneumonies atypiques.
. Variole, fièvre jaune, grippes, maladies infantiles (Rougeole, oreillons, rubéole).
b) Bactéries:
. Diarrhées, gastro-entérites.
. Choléra.
. Salmonelloses (nombreux types d'affection chez l'homme et l'animal) dont fièvre typhoïde. . . Maladie du charbon (Maladie rare chez l'homme, non détruite par le compostage ou l'ébullition lente.
Spores très résistantes dans l'eau et le sol et la température (130°c) ; non détruites par le compostage.
. Brucelloses ou fièvre de Malte.
. Tuberculose
. Jaunisses à leptospiroses.
- Contamination des employés sanitaires et des stations d'épuration.
c) Actinomycètes (Infections cutanées et muqueuses) :
. Actinomycose humaine
d) Parasites pluricellulaires :
Nématodes (vers ronds) :

.. Ascaris lombricoïdes (ver blanc intestinal pouvant atteindre 30 à 40 cm).
..Trichuris trichuira (Infections par les œufs dans la viande de porc mal cuite). Parasite commun de l'homme (monde entier) :
..Necator americanus (parasites communs de l'hémisphère Nord).
.. Strongyloïdes (Strongles, ver long provoquant la strongylose), et parasites des chiens et des chats :
. Toxocara cati et T.canis

Cestodes (vers longs) :

.. Tænia saginata (Ténia du bœuf, parasite de l'intestin))
.. Tænia solium (Ténia du porc)
Les vers solitaires en question ont des œufs très résistants qu'on retrouve dans les fèces, les boues d'épuration, et les prairies.
.Dipylidium caninum (parasite des chats et chiens).

Trématodes (vers plats) :

.. Fasciola hepatica
.. Schistosomiases ou bilharziose
.. Fasciolopsis buski (Parasite des porcs et de l'homme en Asie du Sud-est)

e) Protozoaires parasitaires, parmi les plus connus :

.. L'amibe (Entamoeba histolytica) parasite de l'intestin responsable de la dysenterie amibienne.
.. Les coccidies (maladies communes chez les animaux domestiques, dont certains sont transmissibles à l'homme).

La Réglementation (Réf. 6)

L'arrêté du 8 janvier 1998 impose des seuils d'ETM et de teneurs en micro-organismes pathogènes pour permettre l'épandage agricole des boues.

- **Seuils limites en ETM :**

		Valeurs limites dans les boues (en mg/Kg de MS)
Cd		10
Cr		1000
Cu		1000
Hg		10
Ni		200
Pb		800
Zn		3000
Cr+Cu+Ni+Zn		4000
PCB (congénères suivis: (28, 51, 101, 118, 138, 153, 180)		0,8
	Fluoranthène	5
HAP	Benzo(b)fluoranthène	2,5
	Benzo(a)pyrène	2

Seuil de référence de teneurs en micro-organismes pathogènes

Leur sensibilité à la température est similaire à celles des Salmonelles : < 8 NPP (nombre le plus probable)/10 g de MS
Entérovirus : < de 3 NNPUC (nombre le plus probable d'unité cytopathique)/10 g de MS
Œufs d'helminthes pathogènes viables : < de 3/10 g de MS
De plus, un suivi des coliformes thermo-tolérants doit être réalisé.
Les analyses de parasitologie et de virologie étant très longues (plusieurs semaines), des indicateurs bactériens, en remplacement, servent pour les contrôles de routines. Les coliformes sont des marqueurs intéressants, car ils sont 1000 fois plus nombreux que les salmonelles dans les boues. Une réduction en coliformes est un bon indicateur de l'abattement en salmonelles.

LES NANOTECHNOLOGIES

Nano vient du grec Nanos qui signifie nain. Utilisé comme préfixe devant une unité de mesure, il en exprime le milliardième. Le nanomètre (en abrégé nm) est donc égal à un milliardième de mètre. Les nanoparticules sont des assemblages d'atomes ou de molécules ayant une dimension au moins inférieure à 100 nanomètres. À cette échelle, la matière présente souvent des propriétés physiques et chimiques spécifiques :

- Ces particules généralement incorporées en petite quantité, dans la masse ou en surface de matériaux existants améliore leurs caractéristiques physiques ou chimiques.
- Les résistances mécaniques, la conductivité thermique ou électrique deviennent souvent plus importantes que celles de leurs homologues courants sont mille fois plus gros.

La nanotechnologie apporte des solutions à toute une série de problèmes actuels par le biais de matériaux, de composants et de systèmes miniaturisés, plus légers, plus rapides et plus efficaces. Il est donc possible de réaliser des produits qui économisent des ressources et réduisent les déchets par unité produite. Mais il résulte de la demande croissante pour ces produits une production importante de déchets dont la toxicité sur l'homme et les dégâts causés à l'environnement demeurent à l'heure actuelle de grands inconnus.

« La rapidité avec laquelle les innovations contemporaines se succèdent ne laisse aucun répit, d'où une désorientation sociale et psychologique sans précédent dans l'Histoire. »

Citation de Bernard Stiegler dans son ouvrage ''La Technique et le temps, la désorientation (1996)'' : Ces inventions sont-elles utiles ? Les procédés de fabrication sont-ils propres ?

Les nano technologie comme les OGM et les ondes inspirent des craintes chez les citoyens, mais, peut-on s'opposer au progrès de la science ? Peut-on ignorer les gisements d'emplois qu'offre l'application de ces innovations ? Peut-on ignorer leurs bienfaits sur le plan médical ?



Les nano matériaux existent dans la nature.
Les fils des toiles d'araignées sont un tressage de protéines.
A dimension égale ce fil est plus résistant, plus léger et plus souple qu'un fil d'acier.

Source photo : Synthèse du dossier 2009, Développement et régulation des Nano technologies-Débat public

Les thuriféraires de ce nano monde envisagent des produits plus petits, plus légers, moins chers, des communications plus rapides, des ordinateurs plus performants, des traitements médicaux plus ciblés et plus efficaces. Mais le sujet n'a pas créé l'unanimité des participants au groupe 3 du Grenelle : « Instaurer un environnement respectueux de la santé ». Il est clair que ce n'est pas raisonnable d'occulter les risques d'exposition sanitaire que représentent certaines de ces particules pour l'homme et les écosystèmes. En mars 2010 l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET, fusionné récemment avec l'AFFSA) avait identifié 246 produits finis disponibles sur le marché français, dont 17 dans l'alimentation, 69 dans les produits de cosmétique et d'hygiène et 24 dans les fournitures de maison.

Les derniers inventaires, sans doute pas exhaustifs, font état d'environ 800 produits commercialisés dans le monde contenant des nano particules. (Source : Woodrow Wilson Institute for Scholars). Les marchés liés au développement de ces technologies devraient atteindre au niveau mondial, selon certaines sources, entre 450 et 1 850 milliards d'euros d'ici à 2015 (à titre de comparaison, le marché mondial de l'automobile représenterait 1100 milliards d'euros), et génèreraient quelques deux millions d'emplois nouveaux.

Paradoxalement, ce développement rapide se fait sans que des membres de la société civile aient connaissance du terme nanotechnologies et de leurs caractéristiques. Rares sont les citoyens français qui possèdent une connaissance du sujet suffisante pour œuvrer en matière de pédagogie dans ce domaine. Les opportunités de fabrication qu'offrent ces nouvelles productions font que des nano éléments sont intégrés à un nombre croissant d'entre eux sans que l'on soit en mesure d'évaluer les risques potentiels de leur usage, à moyen et long terme.

Les méthodes d'évaluations toxicologiques d'identification de ces molécules, de leur composition et de leur concentration sont inadaptées pour mesurer les risques inhérents à l'inhalation, l'ingestion ou l'adsorption cutanée de ces matériaux.

La recherche est en marche pour permettre de comprendre leur devenir lorsqu'elles pénètrent l'organisme, par voie respiratoire, cutanée ou ingestion, ainsi que les réactions qu'elles provoquent dans le corps humain et la manière dont elles sont éliminées.

Des spécialistes français de l'impact sanitaire des pollutions particulaires tels l'INERIS et l'INSERM mènent des études depuis plusieurs années sur les aspects métrologie, toxicité, et sécurisation des procédés ainsi que des postes de travail, mais des progrès importants restent à réaliser.

Actuellement, il n'existe aucune réglementation, ni guide de bonnes pratiques destiné à l'usage de l'industrie pour la conception de postes de travail pour des opérateurs qui manipulent des nano particules.

En l'état actuel du volet sécurité, l'INSERM propose une démarche intéressante ; la certification volontaire, basée sur une association de deux types d'actions :
- La première repose sur la certification du poste de travail et des installations, délivrée par un comité ad hoc suite à un audit.
- La deuxième consiste en une habilitation de l'opérateur prouvant qu'il a des connaissances des risques encourus et des mesures de prévention, ainsi que des bonnes pratiques à son poste de travail.

Il nous semble impossible sur le plan mondial de freiner la création de ces nouveaux produits. En conséquence, pour bénéficier de ces innovations dans un milieu compatible avec le Développement Durable les pistes d'actions suivantes sont à encourager :

. L'application généralisée du concept de «Responsabilité Sociale et Environnementale» dans les entreprises afin de préserver la santé de leurs salariés. Cela implique principalement un renforcement des CHSCT, et la transparence de l'information auprès des salariés.

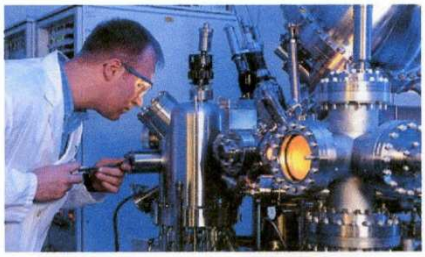
. La mise en place de filières de «Responsabilité Elargie des Producteurs» avec création d'éco organismes chargés du recyclage et de l'élimination de produits contenant des nano éléments.

. La transparence de l'information à tous les stades du cycle de vie concernant les risques inhérents à l'exposition et la consommation de ces produits. Comme dans le

cas des médicaments un étiquetage ou des notices adéquates doivent accompagner les produits destinés à l'utilisation ou la consommation du public.
A terme Il paraît indispensable de recenser les produits contenant des nano particules et de créer une base de données avec une nomenclature normalisée. Cela implique une harmonisation des réglementations nationales et européennes et l'adaptation du règlement REACH pour permettre l'expertise, la gestion et l'analyse du risque dans ce domaine en pleine évolution.
La législation concernant REACH est applicable à la fabrication, la commercialisation et l'utilisation de substances dans les produits et préparations chimiques. Cela suppose que les fabricants, les importateurs et les utilisateurs s'assurent que les substances manipulées ne nuisent pas à la santé humaine ou à l'environnement. Si cela s'avère insuffisant à l'évaluation de la substance, l'Agence européenne des produits chimiques peut demander tout type d'informations sur la substance, indépendamment des informations minimums requises par REACH. Dans le cadre de REACH, les fabricants et les importateurs doivent soumettre un dossier d'inscription concernant la sécurité chimique des substances fabriquées ou importées représentant un volume supérieur ou égal à 1 tonne par an. Les nanoparticules manufacturées sont souvent produites en faible quantité (le rapport de l'Afsset de juillet 2008 estime que 50 % des entreprises françaises spécialisées dans les nanotechnologies ont une production inférieure à 750 kg/an).
Applicable aux produits et molécules chimiques traditionnels, REACH ne différencie pas les substances à l'état nano particulaire de leurs homologues de plus grande taille, malgré des propriétés physiques et chimiques qui peuvent être distinctes. Ex : Le dioxyde de titane, enregistré sous cette unique appellation, peut être mis sur le marché sous différentes formes avec des propriétés différentes. Ainsi, actuellement, des produits issus de nanotechnologies peuvent échapper à l'évaluation et l'enregistrement imposés par REACH mais seront intégrer à la procédure en 2012.

Quelques applications
- En science

Le microscope à effet tunnel :



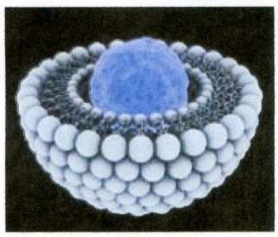
Cet appareil inventé en 1981 permet de visualiser et déplacer la matière atome par atome.

Source photo : Débat public-Développement et régulation des Nano technologies, Synthèse du dossier 2009

- En industrie
. Des nano matériaux trouvent déjà une place courante dans les ordinateurs, les matériaux composites des satellites et des avions, les voitures, dans les panneaux photovoltaïques, les téléphones portables et bien d'autres applications électroniques.
Et le progrès continue. Un groupe de chercheurs du Commissariat de l'énergie atomique et du CNRS a mis au point un transistor organique auquel ils ont ajouté des particules d'or de taille différentes.
Un transistor classique réagit d'une manière binaire : par un « oui » ou par un « non ». Selon l'amplitude du signale en entrée, il laisse passer le courant.
Ce nouvel ensemble est capable de s'adapter à différentes stimulation. Il peut tenir compte de la nature du signale électrique reçu- comme le nombre d'impulsions, et réagit à la répétition des stimulations. Du coup, ce composant permet de codée l'information autrement que par des 0 et 1, offrant plus de liberté de programmation et

la possibilité de réduire le nombre de transistors nécessaires pour des opérations identiques.
. Un béton nano structuré sèche trois fois plus rapidement qu'un béton ordinaire,
. Une raquette de tennis renforcée par des nanotubes de carbone est à la fois plus légère, plus souple et plus résistante.

- En santé :
Les nanotechnologies et nanobiotechnologies contribuent au développement de produits innovants.
. Les tests de grossesse constituent aujourd'hui le premier marché pour les nanotechnologies en santé. Les nano particules d'or permettent d'attraper les molécules de l'hormone de grossesse et de les fixer en quelques minutes seulement sur la bandelette test.
. Les propriétés de nano cristaux d'argent constituent une barrière anti microbienne très efficace utilisées par les fabricants de pansements.
. Des nano composés associés à d'autres molécules, peuvent être mis à profit pour transporter dans l'organisme des médicaments ou
. Dotées de propriétés comme la fluorescence peuvent servir de marqueurs qui, introduits dans l'organisme, permettent de mieux identifier et cibler les molécules ou les cellules que l'on souhaite observer.
. Les formes traditionnelles d'administration des médicaments ne sont plus adaptées aux nouvelles molécules à fort potentiel thérapeutique qui nécessitent d'être acheminées vers les cellules ou tissus malades en les encapsulant dans des structures creuses nano métriques vers le site de leur action, cellules ou tissus, comme dans le cas d' une tumeur. C'est pourquoi la vectorisation de médicaments, c'est-à-dire leur acheminement par des véhicules tels que les protéines ou les liposomes, est un enjeu majeur. Les nanotechnologies sont appelées à y jouer un rôle important, en protégeant la molécule et en contrôlant sa libération. Il est déjà possible d'améliorer la solubilité de certains médicaments et leur capacité à cibler plus spécifiquement les cellules. Ce principe est appliqué avec succès dans plusieurs approches thérapeutiques, notamment dans le traitement du cancer en particulier.



Modélisation informatique d'un liposome, première de trois générations - voir référence 3.
L'une des applications des nanotechnologies en matière de traitement médical qui consiste à encapsuler un médicament (figuré en bleu) dans une enveloppe artificielle (liposome) qui l'acheminerait à l'endroit de l'organisme où il serait relargué pour agir.

Source photo : Commission Paticulière National du Débat Public - Partie 2

L'injection de nanoparticules magnétiques dans des tumeurs et qui sont ensuite activées par un champ magnétique externe sont capables de détruire par effet thermique des cellules cancéreuses ciblées.

- Les nanotechnologies sont également utilisées dans les vaccins. C'est la création de virosomes, qui sont des pseudo-particules virales dépourvues de tout matériel génétique et qui se comportent comme antigènes vaccinaux. Plusieurs vaccins de ce type sont déjà sur le marché, notamment les vaccins anti-papillomavirus, qui visent à prévenir certains cancers du col de l'utérus.

- En tant que composant de matière au contact d'aliments : barquette de salade recyclable :



Les emballages alimentaires sont un des secteurs dans lequel les nano technologies trouvent de nombreuses applications : plus de rigidité, stabilité thermique, transparence, protection contre les effets de l'air et de la lumière, des propriétés bactéricides.

Source : Commission particulière nationale du débat public - Partie 2

L'emballage doit être suffisamment inertes pour ne pas céder aux denrées des constituants en une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine, ou
Entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées, ou
Produire une altération de leur qualité organoleptique.
La seule dérogation à ce principe concerne les matériaux actifs, qui peuvent relarguer des additifs autorisés par ailleurs pour l'ajout aux aliments.

Réglementation des aliments
L'utilisation des nanotechnologies dans les aliments et les matériaux au contact de ceux-ci est couverte par la réglementation communautaire actuelle et les différents systèmes d'autorisation préalables à la mise sur le marché. Toute nouvelle formulation sous forme nano doit faire l'objet d'un dossier déposé auprès des autorités afin qu'une évaluation démontrant son innocuité puisse être conduite par une agence sanitaire. La décision d'autorisation n'est prise par les autorités qu'en présence de telles données.

Cette couverture implicite est progressivement renforcée par l'introduction de dispositions explicites (comme pour les additifs) et une révision en cours du règlement relatif aux nouveaux aliments et aux nouveaux ingrédients alimentaires (novel food, CE n° 258/97) devrait également imposer une nouvelle évaluation à toute formulation sous forme de nano matériaux. Ces différentes dispositions font du domaine alimentaire un des domaines pour lequel la protection réglementaire est la plus avancée

À ce jour, l'indication sur l'étiquetage de la forme nano n'est pas obligatoire bien que souvent revendiquée sous la forme d'une allégation marketing. Dans le projet de révision du règlement sur les nouveaux aliments, il est précisé qu'un étiquetage additionnel peut être exigé selon une approche au cas par cas. Le Parlement européen a demandé (dans sa résolution du 25 mars 2009) qu'il soit obligatoire pour la forme nano des ingrédients. La Commission et le Conseil réfléchissent, quant à eux, à un examen des conditions de l'autorisation et des règles d'étiquetage au cas par cas. Les discussions se poursuivent actuellement.
En soins de beauté
. Des nanoparticules sont présentes dans de nombreux produits cosmétiques : les dioxydes de titane et de fer et des oxydes de zinc, d'argent et d'or. Toutes les catégories de produits (crèmes, gels, lotions, savons…) peuvent en contenir.
En ce qui concerne l'évaluation des risques, l'Afssaps précise que les outils analytiques appropriés sont insuffisamment pertinents pour quantifier ces nanoparticules et mesurer leur biodégradabilité.

Il n'existe actuellement aucune méthode d'essai in vitro validée pour évaluer la toxicité à long terme des nanomatériaux. L'Afssaps s'interroge sur le devenir des nanoparticules en cas d'accumulation dans les follicules pileux et sur le risque lié aux applications sur une peau lésée.

Comme agent de dépollution de l'eau

Dans les cours d'eau en surface, et les sources souterraines, les nanotechnologies peuvent apporter des solutions pour améliorer la qualité de l'eau.

La pollution de nappes phréatiques est souvent difficile à localiser ou trop profonde. Certains contaminants sont peu mobiles, peu solubles et denses et se déplacent vers le fond de la nappe ce qui empêche qu'un traitement économiquement viable soit possible. Les techniques classiques de dépollution (pompage, traitement en surface…) coûtent cher et sont d'une efficacité faible.

Des membranes céramiques sont actuellement utilisées pour filtrer et fournir de l'eau potable. Les nano pores éliminent bactéries et virus.

Les propriétés des nanoparticules, telles que leur rapport surface volume ou encore leurs capacités d'interactions de surface, constituent une perspective favorable d'amélioration de la qualité de l'eau.

Des filtres à base de nanotubes de carbone sont en cours de développement afin d'améliorer le rapport efficacité et prix, des nano filtres.

Des résultats intéressants contre des contaminants organiques et inorganiques ont été obtenus avec des nano particules de fer et des autres adsorbants de taille nanométrique mais demandent à être confirmés

Les particules de fer sont également étudiées pour la dégradation des polluants organiques récalcitrants comme les hydrocarbures et certains xénobiotiques : des chlorés et nitrés très toxiques et persistants dans l'environnement, de source exclusivement anthropique, qui se trouvent dans certaines zones industrielles et agricoles

Des expérimentations utilisant des nano particules d'oxyde de fer pour absorber l'arsenic naturellement contenu dans l'eau de certaines régions tropicales comme le Bangladesh sont en cours. Ce sont des techniques à la croisée entre dépollution et fourniture d'eau potable.

Des produits pharmaceutiques et vétérinaires en provenance d'établissements sanitaires, ou dans les excréments humains ou animales rejetés dans les égouts, ou directement dans les cours d'eau, sont des éléments polluants qu'l est possible d'éliminer par des nanotechnologies.

La vie aquatique à l'embouchure de la Seine et d'autres rivières est perturbée. Dans certains bancs de poissons les mâles sont féminisés. La filtration par des nano filtres permet d'éliminer ces impuretés et rendre l'eau propre.

La toxicité par voie aérienne

Les données dont on dispose actuellement sur la toxicité des nanoparticules proviennent en partie des études épidémiologiques et expérimentales sur les particules fines et ultrafines de la pollution atmosphérique et les études expérimentales portant sur les nanoparticules manufacturées telles que les nanoparticules d'oxyde de titane, de noir de carbone, les nanotubes de carbone…

De manière générale, la toxicité des nanoparticules sur l'ensemble de l'organisme (systémique) est encore insuffisamment explorée.

La transparence, une démarche essentielle du progrès

Dans un contexte d'inquiétude et d'incertitude sur la nocivité pour les vivants de toutes ces innovations de l'homme, il convient de mettre science et technologie en démocratie, et créer un climat de questionnement permanent.

L'Information des Français

Les aspects sociaux tels l'information du public et la communication sur la santé, les problèmes environnementaux et l'évaluation des risques constituent des facteurs clés du développement durable de la nanotechnologie et de la concrétisation des attentes des citoyens. La confiance du public et des investisseurs dans la nanotechnologie est cruciale pour son développement à long terme.

Les études publiées par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) et le Conseil Economique et Social (CES) constituent les premières étapes institutionnelles d'une telle démarche.

Une bonne gouvernance consiste à engager un processus de participation avec le public pour débattre de problèmes de société qui les concernent avant de prendre des décisions.

Ce débat mené en France a été une des premières étapes entreprises par le gouvernement et nécessitait que le débat public se poursuive et s'amplifie.

Malheureusement, des opposants minoritaires, dans un déni de démocratie, ont empêché le dialogue de se poursuivre.

A propos de ces agissements nous ne pouvons qu'exprimer des regrets !

Enquête auprès des entreprises

Dans une étude récente, Novethic, filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations constate que moins de la moitié des entreprises européennes utilisant des nanomatériaux communiquent sur le sujet, et seulement une infime proportion le fait de manière transparente.

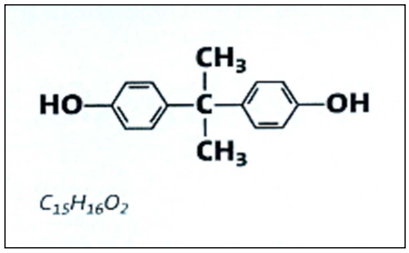
Il reste d'importants progrès à faire !

Réf :

1. Les recommandations de l'Afsset (fusionné avec Affsa dans Anses)
Groupe de Travail « Nanomatériaux - exposition du consommateur et de l'environnement » Mars 2010 www.affset.fr
2. Débat public (RF)
Les 61 Cahiers d'Acteurs rédigés pour le débat public sur les nanotechnologies organisé en France, d'octobre 2009 à février 2010 :
www.debatpublic-nano.org/documents/liste-cahier-acteurs.html
3. Nanotechnologies et santé
Un dossier du CNRS avec animations pédagogiques :
www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/
4. Novethic
Nano technologies : Risques, opportunités ou tabous, Quelles communication pour les entreprises européennes, Etude RSE (Sept 2010)
www.novethic.fr
En anglais
5. État des lieux des définitions des nanomatériaux dans le monde par le Joint Research Center de l'Union Européenne :
http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_201007_nanomaterials.pdf
6. Le site officiel des industriels producteurs des nanotechnologies
www.nanotechia.org

LE BISPHENOL A (BPA) : UN RISQUE ALIMENTAIRE

Interdit depuis le 1er janvier 2013 pour les contenants alimentaires de denrées destinées aux enfants de moins de 3 ans, le « bisphénol A » le sera pour tous les contenants alimentaires à partir du 1er janvier 2015.



Les professionnels devront inventer de nouvelles manières de fabriquer des boites de conserve.
Le « bisphénol A » est un composé chimique, fabriqué artificiellement et utilisé pour la fabrication de certains plastiques **: les « polycarbonates** », qui servent à la confection de bouteilles recyclables, de vaisselles, de conteneurs de stockage. Ce composé peut également être présent dans une gamme variée d'ustensiles de cuisine : Blender (mixer), boites hermétiques micro-ondes, cuves d'autocuiseur, douilles de pâtisserie, pichets, bacs de réfrigérateur.
Le « bisphénol A » est également utilisé avec des **« résines époxy »** comme revêtement intérieur de boites de conserves et de cannettes.
De ce fait, on peut le retrouver comme contaminant de denrées.
Les aliments et l'eau sont les principales voies d'expositions de l'homme par voie orale, via la **migration** de ce composé **:** la moitié provenant des produits conditionnés en boîte de conserve, et environ 20 % de certains aliments d'origine animale (viandes, abats, charcuteries et produits de la mer). Il est également utilisé pour d'autres usages, par exemple pour fabriquer le papier de certains tickets de caisse.



Dans un rapport publié 2013, l'**Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail)** mettait en évidence des situations à risques pour l'enfant à naître liées à une exposition au « bisphénol A » pendant la grossesse (avec un niveau de confiance modéré au regard des connaissances actuelles).
Par ailleurs, les travaux ont également conduit à identifier d'autres situations d'exposition, notamment liées à la manipulation de papiers thermiques (tickets de caisse, reçus de cartes bancaires …), en particulier dans un cadre professionnel.

Le 17 janvier 2014, **l'Agence Européenne de Sécurité des Aliments AESA** a rendu public son projet de réévaluation des **risques** sur le « BPA », dans le cadre d'une consultation publique qui s'est achevé le 13 mars 2014.
Dans son projet d'avis, l'agence a considéré que l'exposition au « BPA » est susceptible d'avoir des effets défavorables sur les reins et le foie, ainsi que des effets sur la glande mammaire.

Évolutions de la réglementation

- juin 2010 : l'interdiction du bisphénol A pour la fabrication des biberons votée en France.
- mars 2011 : l'interdiction est étendue à toute l'Europe.
- septembre 2011 : l'Anses recommande une réduction des expositions des populations les plus sensibles (enfants en bas âge, femmes enceintes ou allaitantes). L'Agence a en effet conclu à l'existence d'effets « avérés » chez l'animal (sur la reproduction, la glande mammaire, le métabolisme, le cerveau et le comportement), et d'effets « suspectés » chez l'homme (reproduction, métabolisme, pathologies cardiovasculaires).
- 24 décembre 2012 : Le Parlement vote l'interdiction du « bisphénol A » pour tous les conditionnements d'aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas âge à partir du 1er janvier 2013.
- **Au 1er janvier 2015 l'interdiction est étendue à tous les contenants alimentaires**. Plus précisément la loi prévoit "la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation, et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A"

Concernant les alternatives au BPA, à ce jour il n'a été trouvé aucun substitut idéal et l'Anses recommande une certaine prudence, avec la **mise** en place d'études de toxicité avant tout usage.

D'après l'Institut National de Recherche Scientifique (INRS) le risque provient :

o Du réchauffage des produits au four à micro-ondes dans des contenants réutilisables
susceptibles de contenir du bisphénol A ou la cuisson dans des appareils où les aliments sont en contact avec du polycarbonate (cuit-vapeur,…).

o De la consommation de produits conditionnés en boites de conserves susceptibles de contenir du « bisphénol A » (et également le réchauffage d'aliments directement dans de telles boites de conserves),

o De l'usage alimentaire d'ustensiles ou de contenants ne portant pas un marquage permettant d'exclure la présence de polycarbonate (1 à 6, voir logo dessous) et plus particulièrement :

o Du stockage prolongé de denrées alimentaires dans de tels contenants

o De l'utilisation de contenants abimés (rayés, usés…)

Reconnaître un ustensile en polycarbonate

A ce jour, le marquage des plastiques alimentaires n'est pas obligatoire même s'il est couramment pratiqué par les fabricants. Le pictogramme dans lequel sont inscrits les chiffres 1 à 6 permet de savoir que le matériau n'est pas du polycarbonate. Lorsque celui-ci présente le chiffre 7 cela correspond à une large gamme «d'autres plastiques », sauf s'il porte en dessous le sigle PC qui indique qu'il s'agit de **P**oly**C**arbonate (voir représentation ci-dessous).



PC

Sans marquage spécifique, le polycarbonate est un matériau difficilement reconnaissable d'autres matières plastiques rigides sans risque d'erreurs

CONCLUSION

« *Tout ce qui est contraire à la Nature est contraire à la Raison ; et ce qui est contraire à la Raison est absurde, et en conséquence doit être rejeté.* »

Baruch Spinoza (Philosophe)

Les pollutions de l'air, de l'eau, et du sol par leur diffusion se dispersent dans les espaces communs de la nature, et de ce fait sont préjudiciables à toute l'humanité.
La France présidera en 2015 à Paris la **C**onférence des **P**arties (**COP**) cadre des Nations Unies sur le changement climatique, qui doit aboutir à un nouvel accord sur le climat applicable à tous les pays, avec pour objectif de maintenir le réchauffement climatique mondial en deçà de deux degrés.
Cet accord doit entrer en vigueur en 2020.
C'est à Rio de Janeiro en 1992 que la Convention Cadre des Nations Unis (CCNUCC) a reconnu l'existence de changements climatiques, et jeté les bases des négociations internationales sur le climat destinées à maîtriser les gaz à effet de serre, source principale du réchauffement climatique terrestre. Ces tractations ont abouti au protocole de Kyoto de1997, qui est la pièce maîtresse du dispositif.
Depuis Kyoto les réunions internationales se sont succédées, mais le GIEC ne cesse de jeter des cris d'alarme que l'objectif ne sera pas atteint si des mesures drastiques ne sont pas prises.
C'est dire que dans des démarches internationales il faut donner du temps au temps.
C'est le motif pour lequel nous jugeons impératif que la France qui exerce une souveraineté sur le deuxième domaine maritime le plus important au monde (11 millions de km carrés), grâce à ses départements et territoires d'outre-mer, ne doit pas tarder pour prendre des initiatives de négociations pour maitriser les rejets en mer de déchets, notamment de plastiques, avant que cette pollution ne devienne un problème aussi grave que celui des GES (Gaz à Effet de Serre). Il existe déjà une étendue de particules plastiques sur une surface équivalente à un septième continent dans l'Océan Pacifique, et sous l'effet de « gyres », de nouvelles zones de concentration se manifestent (voir section « pollution des mers et océans »).
Il est également nécessaire de maîtriser le rejet d'hormones dans les résidus de médicaments jetés à l'eau, aussi bien par de la prévention que par le développement d'installations adéquates de purification de l'eau. Il est établi que dans l'estuaire de la Seine, ainsi que dans d'autres estuaires européens et américains ces produits produisent des malformations combinées à une féminisation croissantes des bancs avec l'apparition de poissons « intersexués » (Le Quotidien du Pharmacien du 19/10/09).
Comment ne pas évoquer les méfaits de l'agriculture intensive qui, par des rejets d'excès de nitrates et de phosphates dans nos rivières, produisent des algues toxiques sur nos côtes.
Mais pour maîtriser la pollution en mer, il faut maîtriser la production de déchets sur terre dont certains détruisent la fertilité des sols, portent atteinte à la biodiversité et constituent un danger sanitaire permanent.
La France est aujourd'hui en situation concurrentielle favorable pour exporter son savoir-faire, mais doit organiser son industrie qui est fragmentée en grands groupes et petites unités. Une vitrine France (air, eau, sol) doit être mise en place pour faciliter les prises de contacts par les clients potentiels.
Dans le domaine de l'économie circulaire des filières sont progressivement organisées mais cela ne doit pas exclure un processus de filialisations pour former des groupes solidaires avec des moyens autonomes de financement. Si l'écotaxe est essentielle pour démarrer une activité, les situations évoluent avec le temps : ces activités génèrent du « cash » et à terme doivent aboutir à des équilibres financiers.
Les taxes et subventions doivent à terme trouver principalement emploi dans l'éco conception, l'innovation et l'investissement.

Des efforts de recherches doivent être consacrés à la récupération des matières premières dans les déchets, mais également des métaux lourds et peut-être rares dans les REFIOM toxiques dont les quantités stockées en CET classe 1 ne cessent de croître.
Aujourd'hui c'est l'amiante qui vient gonfler nos stocks de matériaux enfouis dans ces centres, et pourtant dans les Landes la Société Enertam est capable de les détruire par torche plasma. Les éléments économiques nous manquent pour différencier les avantages entre les deux démarches.
Toutefois, il y a par ailleurs des progrès.
Depuis début 2012, une expérimentation est menée pour la collecte séparée et le tri des plastiques. En cas de succès, nous espérons qu'ils ne seront plus exportés vers la Chine, mais valorisés en France. De véritables savoir-faire existent dans ces domaines (Recyclage PVC, PET, Polystyrène...)
Un autre exemple de progrès qui devrait être davantage exploité : la réhabilitation d'un centre d'enfouissement et son extension, utilisant des techniques minières issues de méthodes pratiquées depuis quelques années en Israël, en Suède et aux Etats-Unis, a fait son apparition à Montmirail en Sarthe il y a déjà plusieurs années.
La Cour des comptes a émis un avis que dans le domaine des déchets il y a trop d'interlocuteurs ! Pourquoi ces rapports sont-ils ignorés par les notables élus pour gérer le bien commun ? L'Etat est trop laxiste avec des Collectivités locales qui ne respectent pas la loi !
Nous suggérons une plus grande mutualisation des moyens dans le traitement des déchets.
Il est scandaleux que des voisins qui se trouvent desservis par des organismes communautaires contigus aient à payer parfois du simple au double une Taxe d'Enlèvement d'Ordures Ménagères (TEOM). Cela est dû à une gestion opaque des différents acteurs !
Cette taxe est d'ailleurs le comble du ridicule : elle ne tient pas compte du volume ou poids des déchets collectés mais de paramètres intégrés dans le calcul de la valeur locative telle le caractère architectural du logement, la qualité de la construction, la situation particulière de la vue, de l'exposition au soleil et au bruit, à l'importance du logement, etc…
Peut-on considérer comme socialement acceptable un système qui pénalise des veuves ou des retraités avec de petits moyens qui vivent parfois dans de grandes maisons parce qu'ils ont élevé de grandes familles ?
La REOM a été votée par l'Assemblée Nationale. Hors quelques exceptions pour absence de civisme (ex. : rejet dans les bois ou en milieu rural d'ordures, ou jet par les fenêtres ou balcons pour s'affranchir de la REOM), comment expliquer le rythme extrêmement lent de sa mise en application ?
Pour les immeubles, une difficulté de mise en place de la REOM est souvent évoquée. Nous suggérons la responsabilisation des locataires ou propriétaires par la mise en place des poubelles à puces pour la collecte, par cages d'escaliers, jusqu'au regroupement par immeubles. Ce système de proximité collectif librement consenti, permettrait de sensibiliser les acteurs concernés par leurs intérêts, au problème des charges liées aux rejets sans tri de leurs déchets. Les réfractaires seraient plus facilement identifiables, et pourraient faire l'objet d'arbitrages financiers décidés en réunions ou assemblées générales. Une alternative serait l'utilisation de sacs prépayés : cette solution fonctionne bien en Belgique !
Il faut freiner la construction de méga-installations d'incinération, non flexibles dans leur fonctionnement, alimentées par des camions parcourant des trajets de plus en plus longs. Ces situations sont souvent le résultat de recommandations faites par des constructeurs et des exploitants à des élus mal renseignés sur des procédés complexes et des technologies de pointes.

L'incinération est devenue pour le moins un problème sociologique en France. Ce n'est plus suffisant d'affirmer que les nouvelles installations sont conformes aux normes, si les normes et les contrôles de l'application de ces normes sont contestés.
S'il n'y a pas d'alternatives à l'incinération pour détruire les Dasri et autres produits dangereux, incinérer des déchets ménagers inévitablement mélangés à des plastiques produit des dioxines qu'il faut ensuite détruire à un coût exorbitant, est un procédé qui relève du non-sens. Ce fait devrait réduire l'incitation à la construction de nouvelles installations.
Ce ne sont pas les puissants groupes, hélas monopolistiques, du secteur qui accepteront d'abandonner une filière économiquement profitable, financée exclusivement sans risque par le contribuable. Il est malheureusement évident que ce lobby défendra ses intérêts à Paris et à Bruxelles.
Les écologistes français doivent aussi se rendre compte que les instances européennes se doivent d'être souples, parce que tous les cas de figures se présentent.
Comment demander aux Hollandais dont une large partie du territoire se trouve sous le niveau de la mer d'enfouir leurs déchets résiduels, ou au Benelux confronté à des populations denses sur un territoire restreint d'appliquer des règles souhaitées par les Français ?
En France, 180 incinérateurs ont été fermés pour des raisons sanitaires ! Mais les partisans de ces procédés n'ont pas baissé les bras. Faut-il rappeler que le parc de ces installations vieillit et que c'est dommage que des études concernant la santé des riverains n'aient pas été poursuivies. L'Etat responsable de la santé des citoyens ne peut pas se dessaisir de ce problème.
Il importe, cependant, de rappeler aux détracteurs des incinérateurs que les installations
« dites aux normes » existent et seront maintenues pour des raisons économiques évidentes, d'autant plus que leur efficacité peut être améliorée pour utilisation en chauffage et production d'électricité.
La production de compost pour amender les sols doit être encouragée.
Nous pensons que les technologies biochimiques ouvrent des perspectives intéressantes. Il est possible de produire du compost aux Normes NFU 44051 (voire Cerafel qui sont plus sévères). Toute autre qualité n'est pas du compost, et l'utilisation en tant qu'amendement doit être interdite. Mais ces installations doivent être hermétiques et éloignées d'habitations : les odeurs nauséabondes qu'elles dégagent étant inévitables.
En agriculture, tout produit qui retourne à la terre doit faire l'objet d'une mesure de traçabilité.
Le tri mécano-biologique et la méthanisation sont en plein essor, mais les usines actuelles sur le modèle de Montpellier et Angers ne sont pas fiables actuellement.
Elles ne doivent pas être construites sur la base d'hypothétiques accroissements des volumes quand la volonté politique est celle d'une réduction des déchets gris, alors qu'elles peuvent être édifiées par modules en fonction des besoins. Leur fonctionnement peut être amélioré en modifiant le tri sélectif en circuits de déchets organiques et le reste (hors verre)
Voici qu'un nouveau débat s'ouvre au niveau de l'Europe : le compost ex-TMB, issu de déchets, peut-il sortir du statut de déchet ? Seul contre tous, ceux qui produisent, en France, un compost de qualité disent : ce n'est pas la source du produit qui importe mais sa qualité ! Débat à suivre ! Un durcissement des normes imposées par l'Europe est possible.
Le chemin pour atteindre zéro déchet est encore long.
Les collectivités n'ont pas les mêmes consignes de tri. Les couleurs des sacs de collecte et les couleurs des couvercles des poubelles ne peuvent-elles pas être standardisées ? Et les règles de tri harmonisées pour permettre à ceux qui

déménagent de ne pas se trouver dans l'embarras au moment de mettre leurs ordures dans le bon conteneur !
Ne devrait-il pas y avoir des consignes au moins en anglais dans les lieux touristiques ?

La France profonde a pris conscience des problèmes de la collecte et du recyclage des déchets. Reste à faire évoluer les comportements notamment dans les DOM et TOM.
En fonction de l'intérêt que cet ouvrage suscitera, nous continuerons à l'enrichir par des informations utiles aux collectivités locales et à tous ceux qui, dans la société civile trouvent de la richesse dans la réduction et le traitement des déchets.
Nous espérons par la diffusion de ces informations avoir réussi à améliorer la compréhension d'un système « anti-gaspillage » de matières premières valorisables dont la pénurie mondiale commence à se manifester. Il faut donc arrêter l'hémorragie de matières premières par leur enfouissement ou leur destruction par incinération

« Le ciel et la terre ont montré des limites d'accueil » !

Robert Afif et Daniel Houlle

DECHETS, POLLUTION, SANTE
Tout ce qu'il faut savoir…

- Abréviations, Glossaire, Bibliographie
- Annexes
  - 1. Site d'information « Que faire des déchets »
  - 1.2 Part de prévention et part de la gestion des déchets
  - 2. Liste des installations de stockage de déchets dangereux
  - 3. Concentration habituelle et valeurs règlementaires des dioxines dans divers aliments.
  - 4. L'aptitude de quelques végétaux à accumuler des ETM
  - 5. Configurations des chaînes des principaux composés organiques
  - 6. La pollution de l'air en France : La situation actuelle
- **Remerciements**
- Encouragements et commentaires
- Abréviations, Glossaire, Bibliographie
- **MEMOIRE D'ACTUALITES**
  - Art et incinération
  - Taux de valorisation des déchets municipaux des pays européens.
  - L'incinération toujours des dérapages
  - Procès de la pollution de l'incinérateur de Gilly-sur-Isère (Albertville).
- CV de l'Auteur, et du Responsable de la communication et du site internet

Abréviations, glossaire, bibliographie

Abréviations

ACV Analyse de cycle de vie
ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADR Accord transport marchandises Dangereuses par Route
AES Accident Exposition au Sang
AFNOR Association Française de Normalisation
CIRAD Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
CNERNA Centre National Et de Recommandation sur la Nutrition et l'Alimentation.
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique
AFSSA Agence Française de Sécurité Sanitaire Alimentaire
ANC Apport Nutritionnel Conseillé
ANDRA Agence National des Déchets Radioactifs Atomiques
ARTAC Association Française pour la Recherche Anti Cancéreuse
ATNC Agent Transmissible Non Conventionnel
BRS Biological Revolving System
CET Centre d'enfouissement technique
CITEPA Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique
CLIS Commission Locale d'Information et de Sécurité
CSDU Centre de Stockage de Déchets Ultimes
COT Carbone Organique Total
COV Composé Organique Volatile
CSAH Comité Scientifique pour l'Alimentation Humaine
CSHPF Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
DAS Déchets d'Activités de Soins
DASRI Déchets et Activités de Soins à Risques Infectieux
DIB Déchet Industriel Banal
DIS Déchet Industrie Spécial (dangereux)
DID Déchets Industriels Dangereux
DMS Déchets Ménagers Spéciaux (dangereux)
DCCRF Direction de la Consommation, Concurrence, et de la Répression de la Fraude
DGCIS Direction Générale de la Comptabilité de l'Industrie et des Services
DRCT Déchets à Risques Chimiques et / ou Toxiques
DRIRE Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement
DSP Déchets de Soins Particuliers
DDD Déchets Dangereux Diffus
DTQD Déchets Toxiques en Quantités Dispersées
EH Equivalent Habitant
EMT Elément Métallique Trace
ETM Elément Trace Métallique
FDS Fiche Déchets Sanitaires
FFOM Fraction fermentescibles des ordures ménagères
GRV Grand Récipient
HAP Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HAPC Hydrocarbure Aromatique Polychloré
HCH Hexachlorocyclohexane
HCWH Health Care Without Harm
HDL Lipoprotéine de Haute Densité
HIV Human Immunodeficiency Virus (SIDA)
IDL Lipoprotéine de Densité Intermédiaire
IFEN Institut Français de l'Environnement
IME Installations de Mâchefers et d'Elaborations

INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS Institut National de Recherche et de Sécurité
INVS Institut National de Veille Sanitaire
IMPEL Implementation and Enforcement of Enviromental Law
IRSN Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
I-TEQ International -Toxic Equivalent
LDL Lipoprotéine de faible Densité
LMNH Lymphomes Malin Non Hodgkinien
LMP Limites Maximales Provisoire
LNH Lymphomes Non Hodgkiniens
LMsol Limites de Contamination des Sols
MEDD Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MG Matière Grasse
MIOM Mâchefers d'Incinérateurs d'Ordures Ménagères
MS Matière Sèche
MSDS Matière Sèche Déchets Sanitaires
OCAD3E Organisme Coordinateur pour les Déchets d'Equipement Electrique, et Electronique
OCLAESP Office Central de Lutte contre les Atteintes à l'Environnement et à la Santé Publique.
OMS Organisation Mondiale de Santé
OPRI Office de Protection contre les Radiations Ionisantes (devenu IRSN)
PCB Polychlorobiphényle
PCDD PolyChloroDibenzo-para-Dioxine
PCDD/F PolyChloroDibenzoFuranes
PCI Pouvoir Calorifique Inférieur
PDEDMA Plan Départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés
PEA Procédure d'Evaluation Approfondie
PEHD Polyéthylène Haute Densité
PET Polyéthylène
PF Poids Frais
PVC Poly Vinyle Chloré
RDF Refuse Derived Fuel
RoHS Restriction of Hazardous Substances
RDS Redevance Spécial (qui ne provient pas des ménages)
REFIDI Résidus d'Epuration des Fumées d'Incinération de Déchets Industriels
REP Responsabilité Elargie des Producteurs
SIG Système d'Information Géographique
SFHH Société Française d'Hygiène Hospitalière
SPANC Service Public d'Assainissement Non Collectif
REP Responsabilité Elargie des Producteurs
RR Risque Relatif
RST Règlement Sanitaire Technique
STEP Station d'épuration
STM Sarcomes de Tissus Mous
TA Tissu Adipeux
TEF Toxic Equivalent Factor
TEQ Toxic EQuivalent
TGAP Taxe Générale sur les Activités Polluantes
US-EPA United States Environmental Protection Agency

Glossaire

Actinomycètes : groupe varié de bactéries à Gram positif en forme de bâtonnets filamenteux.
Anthropique : dû à la présence de l'homme
Aérosol : produit qui se vaporise en fines particules en suspension dans l'air.
Aspergillus : genre de champignon fréquemment rencontré lors du compostage.
Cancérigène : substance ou préparation, qui par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée, peut produire un cancer ou en augmenter la fréquence.
Champignons : les champignons impliqués lors du compostage sont de type microscopique ou encore appelés moisissures.
Coliformes : groupe de bactéries à Gram négatif d'origine le plus souvent fécale. Utilisés comme un indicateur d'efficacité de traitement.
Collagène : protéine de la structure intercellulaire du tissu conjonctif.
Dyspnée : difficulté de respirer.
E. Coli : espèce de coliformes. Utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement.
Endotoxine : composant de la paroi des bactéries à Gram négatif.
Epidémiologique : rapport entre les maladies et les facteurs susceptibles d'exercer une influence sur leur fréquence, distribution et évolution.
Eutrophisation : accumulation à température élevée de débris organiques putrescibles dans des eaux stagnantes, provoquant la désoxygénation des eaux.
Eumycète : un champignon
Evaluation dose – effet : définit une relation quantitative entre la dose ou concentration administrée ou absorbée et l'incidence de l'effet délétère.
Infectieux : matières contenant des micro-organismes ou leur toxines qui sont la cause de maladies chez les organismes vivants.
Hépatique : concerne le foie.
Lymphocyte : globule blanc.
Maladie chronique : qui dure et se développe.
Métabolisme : ensemble des transformations chimiques qui s'accomplissent dans l'organisme vivant par la nutrition.
Méthionine : acide aminé sulfuré essentiel aux cellules de l'organisme.
Muqueuses : glandes qui produisent un produit filant transparent.
Mutagène : substance ou préparation qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.
Mycotoxine, métabolites : molécules chimiques issues du métabolisme des micro-organismes.
Myélomes : cancer de la moelle osseuse.
NCP : Nouveau Code Pénal (1990)
Néphrite : maladie inflammatoire du rein.
Névrite : lésion inflammatoire des nerfs.
Oligo-élément : Elément présent en faible quantité, mais indispensable au métabolisme.
Phanères : tout ce qui est produit par la peau.
Phyte : Du Grec phyton qui signifie plante.
Prostaglandine : substance hormonale présente dans nombreux tissus.
Purine : une base azotée.
Risque : probabilité d'apparition d'un dommage, d'une maladie, ou de la mort dans des circonstances spécifiques.
Rhizosphère : partie du sol pénétré par les racines des plantes ; riche en micro-organismes.
Salmonelles : bactéries à Gram négatif responsables des salmonelloses.
Streptocoques fécaux : bactérie à Gram positif utilisée comme indicateur d'efficacité de traitement.
Tératogène : substance ou préparation qui par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée peuvent produire des malformations congénitales non héréditaires ou en augmenter la fréquence.
Trophique : qui règle la nutrition des tissus, des organes.

Bibliographie

1) ADEME, liste publications sur internet
2) Agents biologiques d'intérêt sanitaire des boues d'épuration urbaines (1999), Ademe
3) Bilan environnementale des procédés de traitement biologique des lisiers de porcs (Avril 2005-Ademe, Cemagref)
4) Characterization of refuse-derived char from municipal waste, and occurrence, abundance and source of trace elements, Fuel Processing Technology, Vassilev S.V, Braekman-Danheux (1999)
5) Compost, Gestion de la matière organique, Michel Mustin
6) Contamination des sols-Transferts des sols vers les animaux, C. Laurent, Cyril Feid, F. Laurent
7) Contamination des sols-Transferts des sols vers les plantes, A.Tremel et I. Feix
8) Compost (Le) –M. Mustin
9) Déchets, Incinération et Santé, L.Colnard (Internet)
10) Etudes rétrospective des cancers, UIOM de Gilly-sur-Isère (Savoie), Nov. 2006 publié par Cire et Drass de Rhône-Alpes, et INVS.
11) Incinérateurs et santé : Etat de connaissances et protocole d'une étude d'exposition-INVS
12) Incinérateurs et santé : Guide pour la conduite d'une demande locale d'investigations sanitaires autour d'un incinérateur d'O.M- INVS
13) Incinérateurs : Onéreux, inutiles et dangereux, documentation APPEL, Maurice Sarazin
14) INRS, Fiches toxicologiques
15) INVS, Etudes d'incidences des cancers à proximité des UIOM, rapport d'étude.
16) Gestion durable des boues d'épuration: recherche sur les conditions de pérennisation de leur valorisation agricole (Juin 2006); Métafort (Umr, Cémagref, Engref, Enita, Inra, Ademe)
17) Mâchefers d'incinération des ordures ménagères, Etat de l'Art et perspectives, Ademe.Brgm, édition Dunod (2008)
18) Micro polluants organiques dans les boues résiduaires des stations d'épuration urbaines, Ademe
19) OMS, Aspects sanitaires et nutritionnels des oligo-éléments et éléments traces (1997),
ISBN 13, no.commande 21500431.
20) PGJ- Astronome
21) Phytoextraction des métaux des sols pollués par la plante hyper accumulatrice, Thlaspi caerulescens. Mémoire de thèse de l'INPL (175 p.) –Schwartz, C
22) Pollution atmosphérique par les métaux, Bio surveillance des retombées, S.Gombert et al.
23) Revue des études épidémiologiques (Dossier médico-technique publié par INVS, INSERM, et Faculté de Médecine de Nancy)
24) Séchage thermique des boues urbaines et industrielles (Etat de l'art)-Ademe, Agence de l'Eau Seine Normandie, GdF (Internet.)
25) Sogreah, 2007. Bilan des flux de contaminants entrant sur les sols agricole de France métropolitaine. Ademe, rapport final contrat Ademe no.03 75 C0004, 281 p.
26) Solidification/stabilisation de déchets dangereux- Procédés à base de liants minéraux, Etat des connaissances, Note de synthèse, Ademe- Oct. 2007.
27) Soft tissue and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal waste incinerator with high dioxin emission levels, Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY
28) Teneurs totales en métaux lourds dans les sols –Résultats généraux du programme Aspitet, Courrier de l'Environnement, Baize, D, 2000.
29) Utilisation des déchets organiques en végétalisation (Guide des bonnes pratiques), Ademe, Cemagref

Déchets activités de soins
30) Appareils de pré traitement validés par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique en France (Complément de la brochure INRS ED 98, mise à jour 27/10/08.
31) Cahier technique, Déchets de soins des particuliers, Ademe
32) Déchets infectieux, Elimination des DASRI et assimilés, David, Ch.-INRS ED 918, Juin 2004
33) DASRI des professionnels de santé – Obligations et solutions d'élimination
34) Risques biologiques en milieu professionnel, INRS ED98 6034, Déc. 2008
35) Safe management of wastes from health-care activities (Prüss A et al.), publié par l'OMS en 1999.
36) www.healthcarewaste.org Pollution par chlorodécone aux Antilles
37) Stockage dans les sols à charges variables et dissipation dans les eaux de zoocides organochlorés autrefois appliqués en bananeraies aux Antilles : relation avec les systèmes de culture ; Rapport final commandé par MEDD, mai 2006 ; Coordonnateur : Yves-Marie Cabidoche INRA Antilles-Guyane APC.
38) Conclusions du Groupe d'Etude et de Prospective: «Pollution par les organochlorés aux Antilles» Aspects agronomiques; Contributions CIRAD INRA ; Y-M. Cabidoche, M.Jannoyer, H.Vannière, Juin 2006

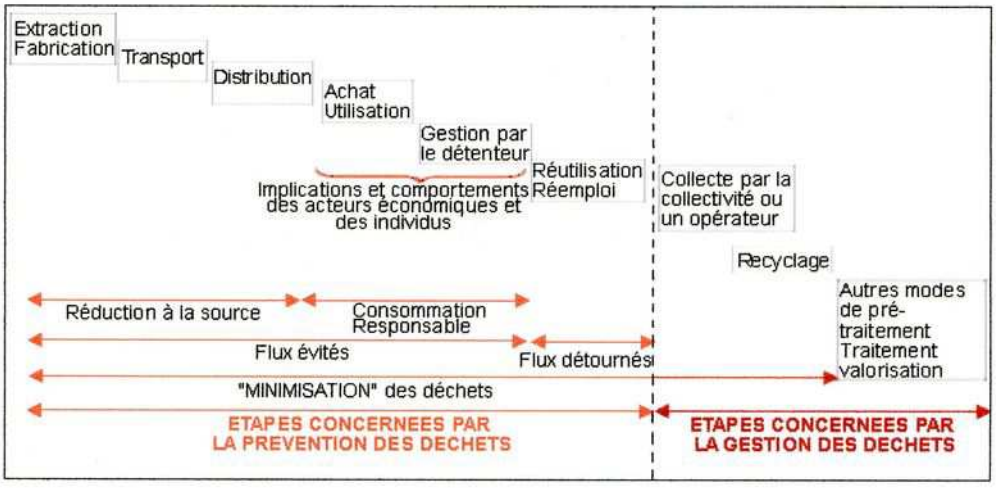
Annexe 1

Site d'information «Que faire de mes déchets » : www.recycleatwork.com.au
L'évolution des possibilités de recyclage entraînera une fréquente mise à jour du système.
Liste non exhaustive des fiches existantes (en anglais) par ordre alphabétique :

Annuaires de téléphone
Appareil photos
Batteries de véhicules
Bouchons en liège8
Bouchons plastiques
Bouteilles de gaz
Câbles
Cartonnages
Cartouches d'imprimantes
Chauffage appareils
Déchets verts
Electronique (équipement)
Emballages lait
Emballages produits chimiques
Equipement électrique
Equipement ménager
Extincteurs
Films
Graisse
Gravats, matériaux de démolition
Huile de cuisine
Huiles de moteurs
Journaux
Lubrifiants
Médicaments
Métaux
Mobiliers anciens
Négatives photos
Ordinateurs
Palets de bois
Palets de bois
Produits chimiques domestiques
Sacs plastiques
Téléphones mobiles
Tubes fluorescents
Verre
Vêtements anciens

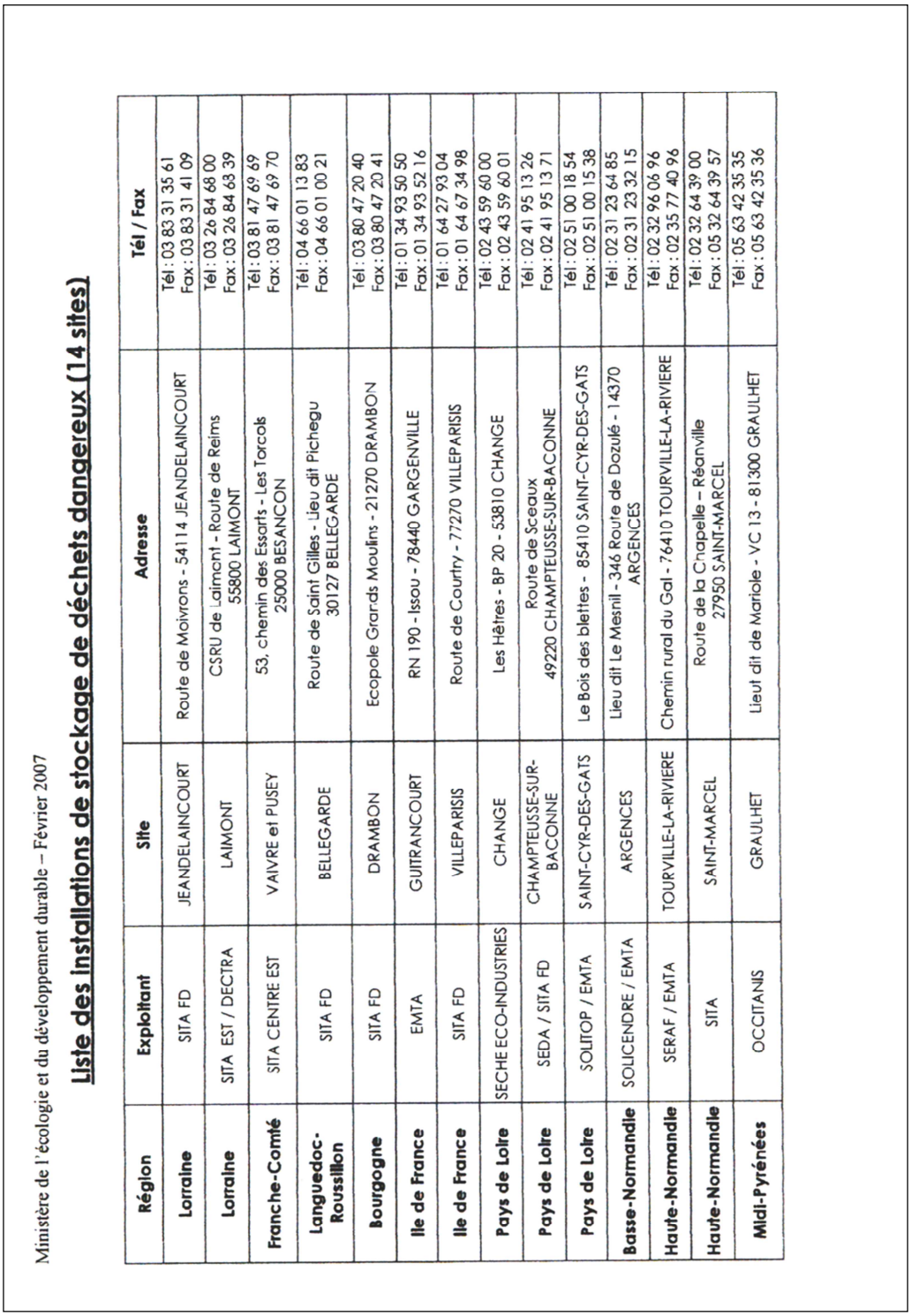
Annexe 1.2

Part de la prévention et part de la gestion des déchets



Annexe 2

Les installations de stockage de déchets dangereux.



Ministère de l'écologie et du développement durable – Février 2007

Liste des installations de stockage de déchets dangereux (14 sites)

Région	Exploitant	Site	Adresse	Tél / Fax
Lorraine	SITA FD	JEANDELAINCOURT	Route de Moivrons - 54114 JEANDELAINCOURT	Tél : 03 83 31 35 61 Fax : 03 83 31 41 09
Lorraine	SITA EST / DECTRA	LAIMONT	CSRU de Laimont - Route de Reims 55800 LAIMONT	Tél : 03 26 84 68 00 Fax : 03 26 84 63 39
Franche-Comté	SITA CENTRE EST	VAIVRE et PUSEY	53, chemin des Essarts - Les Torcols 25000 BESANCON	Tél : 03 81 47 69 69 Fax : 03 81 47 69 70
Languedoc-Roussillon	SITA FD	BELLEGARDE	Route de Saint Gilles - Lieu dit Pichegu 30127 BELLEGARDE	Tél : 04 66 01 13 83 Fax : 04 66 01 00 21
Bourgogne	SITA FD	DRAMBON	Ecopole Grands Moulins - 21270 DRAMBON	Tél : 03 80 47 20 40 Fax : 03 80 47 20 41
Ile de France	EMTA	GUITRANCOURT	RN 190 - Issou - 78440 GARGENVILLE	Tél : 01 34 93 50 50 Fax : 01 34 93 52 16
Ile de France	SITA FD	VILLEPARISIS	Route de Courtry - 77270 VILLEPARISIS	Tél : 01 64 27 93 04 Fax : 01 64 67 34 98
Pays de Loire	SECHE ECO-INDUSTRIES	CHANGE	Les Hêtres - BP 20 - 53810 CHANGE	Tél : 02 43 59 60 00 Fax : 02 43 59 60 01
Pays de Loire	SEDA / SITA FD	CHAMPTEUSSE-SUR-BACONNE	Route de Sceaux 49220 CHAMPTEUSSE-SUR-BACONNE	Tél : 02 41 95 13 26 Fax : 02 41 95 13 71
Pays de Loire	SOLITOP / EMTA	SAINT-CYR-DES-GATS	Le Bois des blettes - 85410 SAINT-CYR-DES-GATS	Tél : 02 51 00 18 54 Fax : 02 51 00 15 38
Basse-Normandie	SOLICENDRE / EMTA	ARGENCES	Lieu dit Le Mesnil - 346 Route de Dozulé - 14370 ARGENCES	Tél : 02 31 23 64 85 Fax : 02 31 23 32 15
Haute-Normandie	SERAF / EMTA	TOURVILLE-LA-RIVIERE	Chemin rural du Gal - 76410 TOURVILLE-LA-RIVIERE	Tél : 02 32 96 06 96 Fax : 02 35 77 40 96
Haute-Normandie	SITA	SAINT-MARCEL	Route de la Chapelle – Réanville 27950 SAINT-MARCEL	Tél : 02 32 64 39 00 Fax : 05 32 64 39 57
Midi-Pyrénées	OCCITANIS	GRAULHET	Lieut dit de Mariole - VC 13 - 81300 GRAULHET	Tél : 05 63 42 35 35 Fax : 05 63 42 35 36

A notre connaissance de l'amiante est maintenant enfoui à Montmirail dans la Sarthe

Annexe 3

Concentration habituelle et valeurs réglementaires de dioxines dans divers aliments

Aliments	Concentrations habituelles	Valeurs réglementaires
Eau	< 1 pg sauf OCDD (1-100 pg/l)	
Viande bovine et ovine	0,2 à 0,6pg/g MG	3 pg TEQoms/g MG
Volailles et gibiers d'élevage	0,6 pg/g MG	2 pg TEQoms/g MG
Porc	0,19 pg/g MG	1 pg TEQoms/g MG
Lait	0,65 pg/g MG	3 pg TEQoms/g MG
Oeufs de poules et Ovoproduits		
Poules au sol	1,5 à 5,5 pg/g MG	3 pg TEQoms/g MG (excepté les œufs de poulesen libre parcours ou d'élevages semi intensif jusqu'au 01/01/2004
Poules en bâtiments	0,3 à 1 pg/g MG	
Végétaux		
Salade	0,1 à 2,97	0,4 pg TEQoms/g poids sec pour tous les légumes et céréales
Raisin	0,03	
Pomme	0,02	
Orange	0,01	
Lentille	0,02	
tomate	0,03	
Courgette	0,05	
Poireau	0,1	
Endive	0,07	
Chou-fleur	0,02	
Petis Pois	0,01	
Haricots verts	0,02	

9

Annexe 4

L'aptitude de quelques végétaux à accumuler des Eléments Traces Métalliques (ETM) absorbés de la terre - Source Sauerbeck et Stypereck, 1988

Aptitude à l'accumulation	Cd	Zn	Pb	Cr	Cu	Ni
Fortement accumulatrices	Carotte, Laitue, Epinard, Chou, Céleri	Carotte, Laitue, Epinard Céréales			Carotte, Laitue	
		Betterave Maïs			Betterave	Betterave
		Céréales				Céréales Maïs
Moyennement accumulatrices	Betterave Poireau	Poireau Céleri				Poireau
					Epinard Chou vert Pomme de terre	chou vert pomme de terre
Très faiblement accumulatrices	Céréales Maïs Pomme de terre	Pomme de terre	Toutes espèces	toutes espèces sauf chou vert		

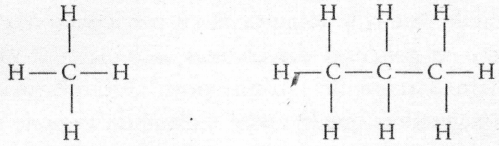
Annexe 5

Configurations des chaînes des principaux composés organiques

1. Exemples d'hydrocarbures aliphatiques (= chaîne à squelette linéaire ou ramifié)

● squelette saturé = alcanes (principaux composants du gaz naturel et du pétrole brut)

méthane (CH_4) propane (CH_3-CH_2-CH_3)



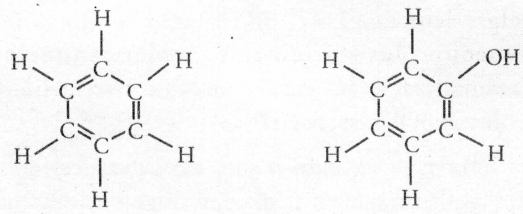
● squelette non saturé = alcènes (double liaison) ou alcynes (triple liaison)

éthylène (alcène) acétylène (alcyne)

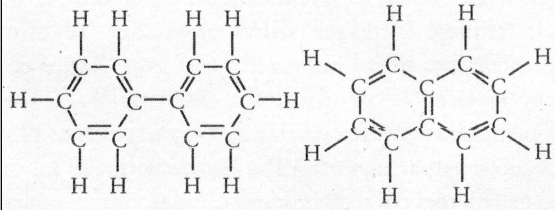


2. Exemples d'hydrocarbures aromatiques (= squelette à base de cycle benzénique)

benzène (C_6H_6) phénol

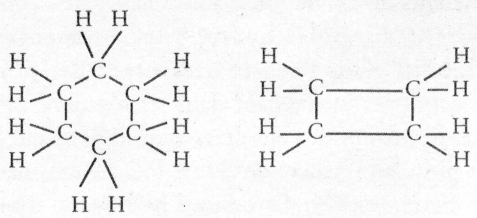


biphényle (liaison carbone/carbone) naphtalène



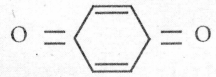
3. Exemples d'hydrocarbures alicycliques (= chaîne à squelette contenant des cycles non aromatiques, c'est-à-dire non benzéniques)

cyclohexane cyclobutane



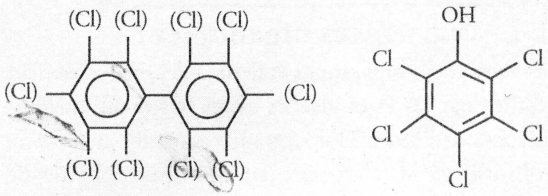
4. Fonction carbonyle

quinone (squelette aromatique à fonction carbonyle)

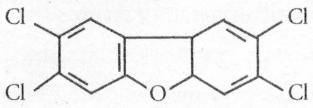


5. Exemples de groupements halogénés

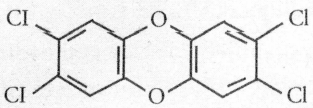
polychlorobiphényles pentachlorophénol



furanne
(2 cycles benzéniques reliés par un cycle pentagonal à 1 atome d'oxygène)



dioxine
(2 cycles benzéniques reliés par un cycle hexagonal à 2 atomes d'oxygène)



Annexe 6

La pollution en France : La situation actuelle

La situation actuelle

Depuis les années 2000, on constate une forte diminution des concentrations en dioxyde de soufre (SO_2), une baisse du dioxyde d'azote (NO_2) et des particules PM_{10} mais pas de réelle tendance à la diminution de l'ozone (O_3) :
→ 11 zones dépassent de manière récurrente les valeurs réglementaires en PM_{10} depuis plusieurs années (Marseille, Toulon, Paris, Douai-Béthune-Valenciennes, Lille, Grenoble, Lyon, la zone urbaine régionale de Rhône-Alpes, Nice, la zone urbaine régionale de PACA et la Martinique) ;
→ des épisodes de pics de pollution à l'ozone, au dioxyde d'azote et aux particules fines ont lieu chaque année.

Le bilan de la qualité de l'air 2013
Il reflète une tendance à l'amélioration par rapport à 2012. Cependant, une hétérogénéité, à la fois spatiale et temporelle, reste importante et les seuils réglementaires ne sont pas respectés sur l'ensemble du territoire national :
→ les concentrations annuelles de NO_2, PM_{10} et $PM_{2,5}$ ont diminué ;
→ 32 % des agglomérations de plus de 100 000 habitants ont eu au moins un site de mesure qui a dépassé la valeur limite annuelle de NO_2 (contre 34 % en 2012) ;
→ 27 % des stations de mesure ont dépassé le seuil d'information pour l'ozone.

Évolution des concentrations en SO_2, NO_2, PM_{10} et O_3 sur la période 2000-2013
En indice base 100

Source : Géod'Air, avril 2014. Traitements : SDES, 2014
Le graphique présente sous forme d'indices l'évolution des concentrations de quatre polluants (SO_2, NO, O_3 et PM_{10}), mesurées par des stations de fond urbain, hors Corse et DOM. Pour chaque polluant et chaque année, les stations ayant fonctionné moins de 75 % de l'année et ayant connu des périodes d'interruption de plus de 72 h consécutives sont éliminées. Les stations sont présélectionnées selon une méthode biannuelle : pour le calcul de l'indice de l'année N, seules les stations ayant fonctionné cette même année et la précédente sont retenues.

Pour en savoir +
Pour tout savoir sur le bilan de la qualité de l'air 2013, rendez-vous sur www.developpement-durable.gouv.fr
Rubriques Énergie, air et climat – Air et pollution atmosphérique

En chiffres

3,5 millions
La France compte aujourd'hui 3,5 millions d'asthmatiques.

50 000 personnes
sont atteintes d'une insuffisance respiratoire grave. Les enfants sont particulièrement sensibles aux polluants irritants, car leur appareil respiratoire est immature.

10 à 14 %
des jeunes
de 20 à 24 ans ont déjà fait au moins une crise d'asthme dans leur vie.

20 à 30 milliards d'euros
C'est le coût annuel, pour la société française, des dommages sanitaires causés par la pollution aux seules particules fines : décès prématurés, hospitalisations, consultations médicales, achats de médicaments, réduction de l'activité quotidienne (y compris arrêt de travail), etc. Dans ces coûts, ce sont les décès qui représentent la part la plus élevée des dommages : entre 20 et 22 Md€ pour une exposition aux particules fines. Parmi les coûts restants, ceux qui sont directement supportés par le système de soins sont de l'ordre de 0,8 à 1,7 milliard d'euro annuels.

42 000
Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (« Clean Air for Europe ») de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès prématurés par an étaient en relation avec l'exposition chronique aux $PM_{2,5}$ d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois. Ces données font l'objet d'un consensus scientifique international.

30 % de la population
présente une allergie respiratoire. Certaines personnes ont une sensibilité bronchique accrue, voire une hyperréactivité bronchique.

27 millions d'euros
C'est le budget annuel que le ministère du Développement durable a consacré au dispositif de surveillance de la qualité de l'air en 2013.

En dates

Plans de protection de l'atmophère

État d'avancement des PPA de 2e génération (5 septembre 2014)



Zones couvertes par un PPA

PPA validés	(20)
PPA en cours de révision	(8)
PPA en cours d'élaboration	(8)

Source : ministère du développement durable - direction générale de l'énergie et du climat - bureau de la qualité de l'air

2005

Les plans de protection de l'atmosphère (PPA) définissent des actions à prendre au niveau local pour se conformer aux normes de la qualité de l'air et pour maintenir ou améliorer la qualité de l'air. Élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants, ainsi que dans les zones où les valeurs limites sont dépassées ou risquent de l'être, ils relèvent de l'autorité du préfet. Les PPA de première génération ont été publiés dès 2005. Leur révision est en cours pour qu'ils soient renforcés et mieux évalués.
À ce jour, 20 PPA révisés sont approuvés et 16 en cours de révision ou d'élaboration.

1996

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE)
Elle structure l'action publique en matière de lutte contre la pollution atmosphérique et institue le droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé. Elle fixe des objectifs et des obligations en matière de surveillance et d'information, crée les PPA et rend obligatoire l'élaboration d'un plan de déplacement urbain (PDU) dans certaines agglomérations.

2010

Le plan particules
Il prévoit des mesures pour atteindre une baisse de 30 % des particules à l'horizon 2015 dans les secteurs de l'industrie et du tertiaire, du chauffage domestique, des transports, de l'agriculture et en cas de pic de pollution.

2013

Le plan d'urgence pour la qualité de l'air (PUQA)
Il propose 38 mesures réparties autour de cinq priorités : favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres ; réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique ; réduire les émissions des installations de combustion industrielles et individuelles ; promouvoir fiscalement les véhicules et les solutions de mobilité plus vertueux pour la qualité de l'air ; informer et sensibiliser nos concitoyens aux enjeux de la qualité de l'air.
La quasi-totalité des mesures du plan d'urgence sont achevées ou bien engagées. Il appartient maintenant à tous les acteurs locaux de les décliner, notamment dans les plans de protection de l'atmosphère (PPA).

2014

Le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte
Afin de réduire la pollution due aux transports routiers et d'améliorer la qualité de l'air, des mesures sont prévues par le projet de loi, tant au niveau national que local. Elles visent à :
→ accélérer la mutation du parc automobile français vers des véhicules moins polluants ;
→ inciter financièrement à la conversion des véhicules les plus polluants ;
→ rendre possible la mise en place de zones de restriction de circulation dans certaines agglomérations ;
→ favoriser le développement de la mobilité durable comme le vélo ou le covoiturage.
→ renforcer les actions de planification en faveur de la qualité de l'air.

2015

Le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)
Pour atteindre les objectifs européens de réduction des émissions de polluants dans l'air extérieur, la France va mettre en place un plan de réduction des émissions en 2015. Des mesures visant les principaux secteurs émetteurs seront mises en œuvre afin de diminuer les niveaux de la pollution.

Principaux polluants

Polluant	Origine	Impact sur la santé	Impact sur l'environnement
Particules ou poussières en suspension (PM)	Elles sont issues de toutes les combustions liées aux activités industrielles ou domestiques, ainsi qu'aux transports. Elles sont aussi émises par l'agriculture (épandage, travail au sol, remise en suspension, etc.). Les particules dites secondaires peuvent également résulter de la combinaison de plusieurs polluants tels que l'ammoniac et les oxydes d'azote qui génèrent des particules de nitrate d'ammonium. Elles sont classées en fonction de leur taille : → PM_{10} : particules de diamètre inférieur à 10 µm (elles sont retenues au niveau du nez et des voies aériennes supérieures) ; → $PM_{2,5}$: particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires).	Elles provoquent des irritations et une altération de la fonction respiratoire chez les personnes sensibles. Elles peuvent être combinées à des substances toxiques, voire cancérigènes, comme les métaux lourds et les hydrocarbures. Elles sont associées à une augmentation de la mortalité pour causes respiratoires ou cardiovasculaires.	Elles contribuent aux salissures des bâtiments et des monuments.
Dioxyde de soufre (SO_2)	Il est issu de la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.) contenant du soufre. La nature émet aussi des produits soufrés (volcans).	Il entraîne des irritations des muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques).	Il contribue aux pluies acides qui affectent les végétaux et les sols. Il dégrade la pierre (cristaux de gypse et croûte noires de microparticules cimentées).
Oxyde d'azote (NO_x) (NO_x=NO+NO_2)	Le monoxyde d'azote (NO), rejeté par les pots d'échappements des voitures, s'oxyde dans l'air et se transforme en dioxyde d'azote (NO_2) qui est très majoritairement un polluant secondaire. Le NO_2 provient principalement de la combustion d'énergies fossiles (chauffage, production d'électricité, moteurs thermiques des véhicules automobiles et des bateaux).	C'est un gaz irritant pour les bronches. Il augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques et favorise les infections pulmonaires infantiles. Le niveau de concentration de NO mesuré dans l'environnement n'est pas toxique pour l'homme.	Les oxydes d'azote ont un rôle précurseur dans la formation d'ozone dans la basse atmosphère. Ils contribuent : → aux pluies acides qui affectent les végétaux et les sols ; → à l'augmentation de la concentration des nitrates dans le sol. Associés à l'ammoniac, ils ont un rôle précurseur dans la formation de particules secondaires.
Ozone (O_3)	Polluant secondaire, il est produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions complexes entre certains polluants primaires (NO_x, CO et COV). C'est le principal indicateur de l'intensité de la pollution photochimique.	C'est un gaz irritant pour l'appareil respiratoire et les yeux. Il est associé à une augmentation de la mortalité au moment des épisodes de pollutions.	Il perturbe la photosynthèse et conduit à une baisse de rendement des cultures (5 à 10 % pour le blé en Île-de-France, selon l'INRA). Il provoque des nécroses sur les feuilles et les aiguilles d'arbres forestiers. Il entraîne une oxydation de matériaux (caoutchoucs, textiles...). Il contribue à l'effet de serre.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) **et composés organiques volatils** (COV)	Ils sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants (peintures, colles), de dégraissants et de produits de remplissage de réservoirs automobiles, de citernes, etc.	Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène).	Ils ont un rôle précurseur dans la formation de l'ozone.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est issu de combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois) dues à des installations mal réglées (chauffage domestique) ou provient des gaz d'échappement des véhicules.	Il provoque des intoxications à fortes teneurs entraînant des maux de tête et des vertiges (voir le coma et la mort pour une exposition prolongée). Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang. Les teneurs observées dans l'air ambiant ne provoquent aucun risque pour la santé.	Il participe aux mécanismes de formation de l'ozone. Il se transforme en gaz carbonique (CO_2) et contribue ainsi à l'effet de serre.
Ammoniac (NH_3)	Il est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux).	C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante et qui brûle les yeux et les poumons. Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.	Il provoque une eutrophisation et une acidification des eaux et des sols. C'est également un gaz précurseur de particules secondaires. En se combinant à d'autres substances, il peut donc former des particules fines qui auront un impact sur l'environnement (dommage foliaire et baisse des rendements agricoles) et sur la santé.
Métaux lourds : plomb (Pb), **mercure** (Hg), **arsenic** (As), **cadmium** (Cd), **nickel** (Ni), **cuivre** (Cu)	Ils proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères, mais aussi de certains procédés industriels. Par exemple, le plomb était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée (01/01/2000).	Ils s'accumulent dans l'organisme avec des effets toxiques à plus ou moins long terme. Ils affectent le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires.	Ils contribuent à la contamination des sols et des aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants dont ils perturbent l'équilibre biologique.

Remerciements

Ce recueil n'a été rendu possible qu'avec l'aide des collectivités locales et des entreprises qui ont autorisé les visites de leurs installations pendant les deux années de réflexion qui ont précédé le début de la gestation de cet ouvrage. Nous leur adressons nos remerciements.
Visites effectuées :
Unité de compostage communale :
.Saint-Philbert-de-Bouaine
Les centres de tri de :
. Triselec, Lille
. Astria, Novergie
Les CSDU
. SEDA à Champteussé-sur-Baconne
. SII à Montmirail (72)
Les UVE de :
. La Roseraie Angers
. Lasse
. Complexe Thermique de Hauts de Garonne, Bordeaux
. Valorena, Nantes
Unité de Thermolyse :
. Thide, Arras
La Torche Plasma
. Europlasma, Cenon
La Méthanisation :
. Amiens, usine IDEX
. Calais
Le Tri Mécano-biologique :
. Launay Lantic
Le Tri Mécano-biologique et la Méthanisation, une combinaison
. Varennes Jarcy
Les Unités de Phytorestauration
. Honfleur
. Champigné (49)
Les Usines de Recyclage de Plastiques :
. Agr à Landemont (49)
. Paprec à Trémentines (49)
La majorité des renseignements inclus dans ce recueil ont été remis ou transmis aux auteurs par les collectivités locales ou les entreprises visitées, ou sont en libre diffusion sur
INTERNET.

Des remerciements particuliers à l'Ademe et les services de l'Etat pour l'importante documentation mise à la disposition du public.

Encouragements et Commentaires

Monsieur Patrick Vautrin, Cabinet de la Secrétaire d'Etat chargée de l'Ecologie, Madame Kosciusko-Morizet :

« La secrétaire d'Etat m'a chargée de vous remercier pour votre initiative. Je vous suggère pour mettre à disposition du plus grand nombre cette intéressante contribution et pouvoir l'actualiser rapidement, d'utiliser internet. »

Monsieur Antonini, Président d'Angers Loire Métropole :

« J'ai transmis ce document aux techniciens d'Angers Loire Métropole. Nul doute qu'il révolutionnera leur approche en« rompant avec la pensée unique ».

Toujours heureux de votre participation citoyenne. »

Monsieur Jacques Pélissard, Président de l'Association des Maires de France :

« Je tiens à vous remercier personnellement de cette communication. »

Madame Chantal Jouanno, Présidente de l'ADEME :

« Vous avez eu la gentillesse de me transmettre votre document de travail concernant le choix d'une filière de traitement des ordures ménagères à Angers et je vous en remercie.

J'ai eu beaucoup d'intérêt à le parcourir. »

Madame Fabienne Labrette-Ménager, Députée de la Sarthe, Vice-présidente du Conseil Général de la Sarthe, Présidente du Conseil National des Déchets :

« Je n'ai pas manqué de retransmettre ce document aux services du Conseil National des Déchets dont je suis la Présidente depuis le mois de septembre dernier.

J'ai été particulièrement sensible à l'analyse développée à travers ce document et je tenais également à vous féliciter pour la qualité du travail ainsi réalisé. »

Monsieur Dany Dietmann, Maire de Manspach, et Vice-Président de la Communauté de Communes des Portes d'Alsace :

« Je tiens à vous remercier chaleureusement pour l'envoi de votre excellent ouvrage que vous venez de m'adresser. Il mérite sans nul doute, une large diffusion car il permet en moins de 100 pages, de trouver des réponses à la plupart des questions que les décideurs politiques, sont en mesure de se poser. »

Monsieur Vernot, Maire de Saint Lambert La Potherie (Maine-et-Loire):

« Je tiens à vous féliciter pour cette initiative citoyenne et je souhaite savoir s'il serait possible d'avoir ce document sous forme informatique de façon à le mettre à disposition du public sur le site web de ma commune. »

Monsieur Dominique BELPOMME, Président ARTAC, cancérologue hôpital Georges Pompidou, Paris :

« J'ai beaucoup apprécié votre document, qui me paraît être un élément important dans la définition et la promotion des alternatives à l'incinération et qui rejoint mes préoccupations personnelles en matière de santé environnementale. »

Vous souhaitez enrichir ce recueil, vous souhaitez réagir... n'hésitez pas à nous contacter : robert.afif@orange.fr
daniel.houlle@orange.fr

MEMOIRE D'ACTUALITES

Sept 2014

Art et incinération

Voilà qui n'est pas banal. L'architecte autrichien F. Hundertwasser, bien connu pour la fameuse maison qu'il a construite à Vienne, s'est aussi intéressé aux bâtiments industriels. Et voilà ce que cela donne : un incinérateur de déchets d'ordures ménagères transformé en œuvre d'art ! Ce n'est pas banal.

On ne sait pas si habillé ainsi, il est moins polluant !

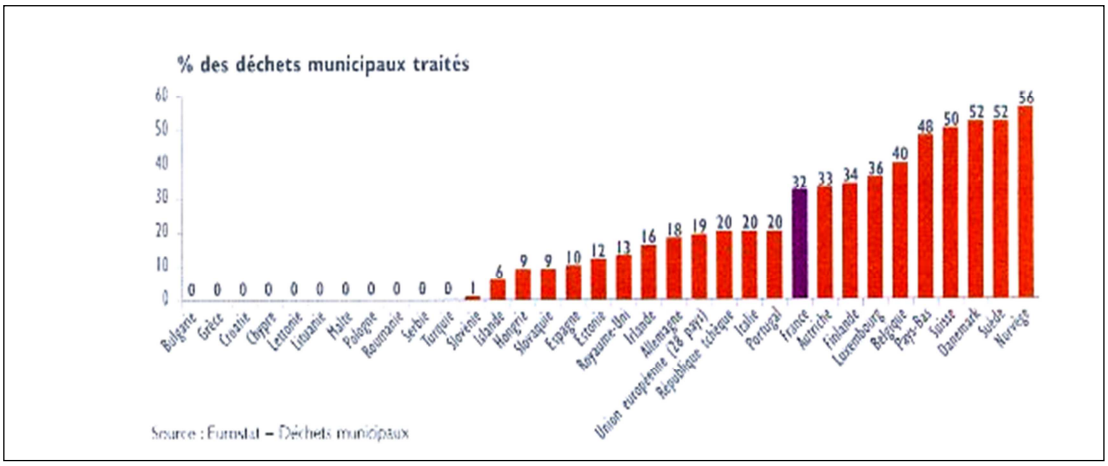






(Photos Kanakaris - Wirl)

Taux de valorisation énergétique des déchets municipaux des pays européens



28/12/2011
L'Incinération toujours des dérapages…



LA REPUBLIQUE DES PYRENEES
http://www.larepubliquedespyrenees.fr/

L'incinérateur de Lescar inquiète les éboueurs de l'agglo paloise
Deux incidents se sont produits à l'incinérateur de Lescar exploité par la société Novergie prestataire pour Béarn Environnement, délégataire du Syndicat Mixte de Traitement des Déchets (SMTD) pour la gestion du site de l'agglomération paloise.
C'est une lettre anonyme, accompagnée d'une vidéo, reçue fin août par Martine Lignières-Cassou et Nathalie Kosciusko-Morizet, la ministre de l'Ecologie, qui a donné l'alerte.

Des résidus brûlés ont été balancés dans la fosse de l'incinérateur en milieu confiné. Le produit ? Des Refiom : Des résidus de fumée qui bouchaient le filtre et qui contiennent des métaux lourds toxiques : plomb, mercure, arsenic, cuivre, zinc.... Ce type de bourrage est classique.
Selon les agents, les résidus sont d'habitude évacués par camions pour être enfouis sous du béton. Sauf que là, ils ont été balancés dans la fosse de l'incinérateur à deux reprises, le 28 février et le 16 mai.
Le président du SMTD en charge de l'environnement à l'Agglo est particulièrement remonté. Au-delà des fautes incriminées, le fait d'apprendre ces incidents par le biais d'une lettre anonyme passe mal :

« En cas de faute grave, le contrat tombe par lui-même », précise-t-il, « et d'assurer que tous les tests médicaux réalisés seront à la charge de Novergie qui « doit assumer les conséquences financières de ses actes».
« Ces incidents ont été dissimulés à Béarn Environnement et au SMTD jusqu'à la lettre anonyme », fustige le président de Béarn Environnement. Le métier des déchets impose de la transparence ». Il évoque « une rupture du contrat de confiance », et précise : « Nous avons envoyé un courrier préalable à une rupture de contrat à Novergie ».
Le préfet confirme pour sa part que « des fautes graves ont été notifiées à l'exploitant », avec une attention particulière pour « la planification des opérations de dépollution ». Le dossier aurait été transmis par la préfecture au procureur de la République. L'Agglo et le SMTD se réservant le droit de porter plainte par la suite.

Pour mémoire,

A la mi-septembre, les 142 Agents ont été équipés de masques de protection sans qu'on leur donne la raison, relatent les agents. Ils ont reçu un courrier de l'Agglo les invitant à passer des examens médicaux incluant une prise de sang et des radios du poumon. De même que tout le personnel des entreprises ou personnes ayant eu accès au hall de réception de l'incinérateur. Le principe de précaution maximum est évoqué.
L'analyse de la qualité de l'air demandée par Béarn Environnement réalisée au mois de septembre, 6 mois après les faits ne suffit pas à les rassurer, même si elle ne révèle rien d'alarmant.
Du côté de la société exploitante, le Directeur délégué à l'incinération pour Novergie Sud-Ouest précise que le déversement des résidus de filtre dans la fosse n'a pas induit de nuisance environnementale. « S'il y avait eu un problème majeur, la Dreal (ndlr, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) aurait fermé le site lors de sa visite le 9 septembre. Pourquoi dès ce moment, la direction locale n'a-t-elle pas signalé l'incident ? » « Cela fait partie des aléas d'exploitation d'une usine d'incinération ».
« C'est pour cela qu'il n'y a pas eu de communication au moment des faits ». « Aujourd'hui, on gère l'incident ». « Nous cherchons des solutions pour que cela ne se reproduise pas. On a fait faire des analyses. On va faire en sorte que le hall de réception soit nettoyé ».
« Novergie montre son expertise et son professionnalisme. Nous espérons que le SMTD et Béarn Environnement sauront le reconnaître ».
Si ces déclarations sont exactes, elles nous laissent pantois !
En tout cas, ce type de négligence ne plaide pas en faveur de l’incinération !

06/12/2010
Procès de la pollution de l’incinérateur de Gilly-sur-Isère à Albertville, un scandale pour les victimes : 200.000 euros d’amende sont requis contre l’exploitant (source AFP repris par JdL)
Nous ne pouvons commenter les décisions de justice, mais les citoyens que nous sommes ont parfois du mal à comprendre son fonctionnement.
« Un tel scandale ne peut aujourd'hui plus arriver », a déclaré Nathalie Kosciusko-Morizet ministre de l'écologie, à l'occasion de l'inauguration de Pollutec, le 30 novembre courant. La ministre fait allusion aux normes en matière de dioxine, qui ont été divisées par 10 entre 1995 et 2005, et de nouveau divisées par 10 en 2006, ainsi qu’aux contrôles, plus fréquents (au moins une fois par an).

De quoi s'agit-il ?

Le tribunal correctionnel d'Albertville en Savoie a débattu les 29 et 30 novembre de la responsabilité de Novergie, filiale de Suez-Environnement, exploitant de l'incinérateur de Gilly-sur-Isère pour le fonctionnement non conforme d'une installation classée.

Près de 200 riverains ont porté plainte en mars 2002 après le recensement de 80 cas de cancer à proximité de l'incinérateur. Dans le cadre du procès il est reproché à l'exploitant de l'incinérateur d'avoir pollué l'environnement pendant plusieurs mois au-delà des normes en vigueur. Le délibéré a été fixé au 23 mai prochain.

Pendant 15 ans, l'incinérateur de Gilly-sur-Isère (proche d'Albertville, Savoie) a incinéré 27.500 tonnes d'ordures ménagères produites chaque année par la population locale. Mais l'équipement qui n'était pas aux normes a pollué les environs à la dioxine*. En octobre 2001, l'incinérateur a fermé suite à des mesures de taux anormalement élevés de dioxine, dépassant parfois 750 fois la norme maximale autorisée.

Pour cause de contamination, 365 exploitations ont été interdites de vendre les produits de la fermes : près de 2.300 tonnes de produits laitiers sont détruits, et quelque 7.000 animaux (plus de 2.900 bovins, 3.800 ovins et caprins et une quarantaine d'équins) sont abattus.

En mars 2002, près de 200 riverains déposent plainte. Selon eux, les rejets nocifs ont provoqué une augmentation des cancers. Une information judiciaire pour « homicide involontaire et mise en danger de la vie d'autrui » est alors ouverte. Les expertises réalisées sur site n'ont pas réussi à démontrer le lien de causalité entre la pollution à la dioxine et les cancers et une autre étude a montré l'absence d'augmentation significative de cancers.

Les riverains ont été déboutés de leur constitution de parties civiles. Seuls 6 associations et syndicat les représenteront à l'audience.

Suite à cette affaire, et avec l'impulsion de l'Etat, 104 unités non conformes ont fermé leurs portes entre 1998 et 2002.
Selon le ministère de l'écologie, entre 1995 et 2006, les émissions de dioxine provenant des incinérateurs ont baissé de 94 %.

* Le terme de « dioxines » est un nom générique désignant deux grandes catégories de composés qui appartiennent à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (HAPC). Selon l'OMS « elles peuvent provoquer des problèmes de procréation, du développement, léser le système immunitaire, interférer avec le système hormonal et causer des cancers ».

CV



L'auteur : Robert AFIF (à gauche sur la photo)

Né le 12 juillet 1933
Diplômé de l'école du Génie Chimique, Université de Birmingham, Angleterre
Anciennement membre de l'Association des Ingénieurs du Génie Chimique, Londres
Ingénieur Shell International 1955-1966
Ingénieur Shell France 1966-1990
Intervenant Faculté des Sciences, Université d'Angers 1991-92

Postes occupés :
. Recherche sur réacteurs chimiques industriels, laboratoire Shell Amsterdam
. Ingénieur Conseil conception nouvelles unités, et améliorations opérations technologiques existantes raffinerie et unités chimiques de la raffinerie Shell à Rotterdam. Ces installations sont toujours les plus importantes d'Europe.
. Ingénieur Conseil mise au point de modèles informatiques des opérations de la raffinerie de Curaçao, à l'époque la plus importante d'Amérique du Sud.
. Études intégration systèmes informatiques distribution et raffinage Shell France
. Chef du service Plan long terme de la Société Butagaz, Paris, filiale Shell, premier distributeur de gaz liquéfiés en Europe.
. Responsable d'une filiale de distribution de gaz liquéfiés de Butagaz opérant dans les pays de la Loire.
. Membre du Conseil National des Déchets
. Membre du Conseil National de Géothermie

Gestion de la communication et du site internet : Daniel HOULLE (à droite sur la photo)

Né le 13 septembre 1943
Professeur de collège en retraite
Chevalier des Palmes Académiques
Chevalier de l'Ordre National du Mérite
Conseiller Municipal d'Angers de 1983 à 2001
Conseiller Régional des Pays de la Loire de 1986 à 1998
Président du CA de l'IUT d'Angers de 1994 à 1998
Président du syndicat mixte de l'Orchestre National des Pays de la Loire (ONPL) de 1994 à 1998