

Les déchets

Primaire et collège

Résumé

Depuis qu'existent les hommes, ils produisent des « déchets », des choses dont ils ne veulent plus. Parfois, ils se dégradent et disparaissent d'eux-mêmes, plus ou moins vite. Parfois, ils se dispersent, se mélangent au milieu ambiant et deviennent insignifiants, sans avoir pour autant disparu. Parfois, enfin, ils s'accumulent, s'étendent, se concentrent et peuvent présenter un danger pour l'homme, la faune ou la flore.

les déchets

Ghislain de Marsily

Pourquoi des déchets ?

Depuis qu'existent les hommes, ils produisent des « déchets », des choses dont ils ne veulent plus. « *Il faut enfouir les ignominieuses choses dans les puits de l'oubli, aux sépulcres encloses* », disait déjà Agrippa d'Aubigné au XVI^e siècle. Ces déchets sont solides, liquides, gazeux. Parfois ils se dégradent et disparaissent d'eux-mêmes, plus ou moins vite. Parfois ils se dispersent, se mélangent au milieu ambiant et deviennent insignifiants, sans avoir pour autant disparu. Parfois enfin, ils s'accumulent, s'étendent, se concentrent, et peuvent présenter un danger pour l'homme, la faune ou la flore. Parler des déchets aujourd'hui est important, nécessaire, civique, car le rythme de leur production par l'homme ne cesse d'augmenter – parce que nous sommes de plus en plus nombreux sur Terre, mais aussi parce que chacun d'entre nous produit de plus en plus de déchets, au moins dans les pays industrialisés –, et parce que leur toxicité est de plus en plus forte.

L'endiguement de ce flux de déchets nous concerne tous : leur masse et la gestion qui leur sera dévolue seront la résultante tant de nos gestes individuels que des décisions collectives que nos sociétés prendront. En cela, la gestion des déchets pose à nos sociétés démocratiques un sérieux problème : en

effet, les installations mises au point pour les détruire, les stocker ou les recycler s'accompagnent de nuisances, réelles ou perçues comme telles, actuelles ou futures, et l'intérêt national ou régional, qui conduit à souhaiter implanter ces installations quelque part sur le territoire, y génère bien évidemment une forte opposition des terroirs concernés. Il s'agit le plus souvent de petites collectivités rurales, éloignées des grands centres urbains, qui se sentent « agressées » par la Ville, par la société dans son ensemble, et s'estiment « punies » pour un crime qu'elles n'ont pas commis.

Prenons un exemple très récent. Les États-Unis, comme tous les pays nucléaires, doivent trouver une solution pour éliminer les déchets issus de la production d'électricité, mais aussi d'armes nucléaires. Depuis trente ans environ, ils étudient un site de stockage potentiel de ces déchets dans une région désertique de l'Ouest américain, au Nevada, qui de plus est propriété fédérale de l'armée et où, dans le passé, des tests d'armes nucléaires (aériens et souterrains) ont été pratiqués, conduisant déjà à une contamination certaine du site. Ce site s'appelle Yucca Mountain ; il s'agit d'un massif volcanique éteint où l'on creuserait des galeries accessibles à flanc de coteau pour y déposer ces déchets.

Bien évidemment, la majorité des habitants du Nevada s'opposent à ce projet. Ils ne possèdent pas de centrale électrique nucléaire et ne voient pas au nom de quoi ils deviendraient la « poubelle nucléaire » de tout le pays. C'est ce qu'on appelle en anglais le syndrome « NIMBY », *Not in My Back Yard* (pas dans mon arrière-cour). Certains vont même jusqu'à dire « NIMCO » (pas sur mon COntinent) !

Qu'a fait le gouvernement républicain de M. Bush ? En janvier 2002, il a recommandé que ce site fasse l'objet d'une étude détaillée de sûreté qui devait conduire en moins de cinq ans à une autorisation de stockage de ces déchets. Selon la loi américaine, l'État du Nevada avait un mois et demi pour s'opposer à cette décision, ce qu'il a fait. Le problème est passé devant le Congrès. Ce dernier a le pouvoir de passer outre le veto du Nevada, mais il lui faut pour cela réunir une majorité des deux tiers de ses membres. Or les Républicains ne disposaient pas de cette majorité. Toutefois, l'État du Nevada est petit, peu peuplé et peu représenté au Congrès. Le président Bush a donc – par l'intermédiaire de son vice-président – prévenu le Congrès et les représentants d'autres États très peuplés qu'en cas d'approbation du veto du Nevada, le gouvernement américain ouvrirait dès le lendemain un chantier de recherche d'un nouveau site dans chacun des États qui auraient approuvé ce veto... Évidemment, le Congrès a repoussé le veto ! Une fois le Nevada vaincu, c'est sur le montant des compensations que se réglera le problème, comme si l'argent avait raison de la peur, de la crainte ou du danger... Aujourd'hui, le projet est toujours à l'étude et la décision finale n'est pas encore prise. Il sera intéressant de voir quelle position prendra le nouveau président Obama sur ce sujet.

De quelque façon qu'on retourne ce problème, on se heurtera toujours à ceci : faire accepter à certains, au nom de l'intérêt général, une implantation d'installation non voulue, dangereuse ou perçue comme telle.

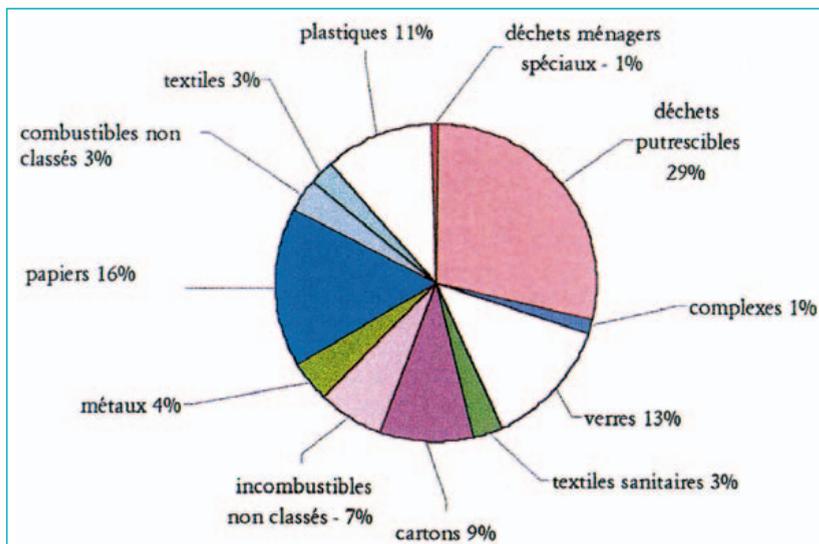
Ce problème de rejet ou d'acceptation de sites de stockage n'est pas propre aux déchets nucléaires, même s'il est particulièrement exacerbé en ce qui les concerne, vu la nocivité réelle ou perçue de ces déchets. Tout type d'installation de traitement ou de stockage de déchets domestiques ou industriels donne souvent lieu à une réaction de rejet sur le plan local, bien compréhensible d'ailleurs.

Quels déchets ?

Il y a autant de catégories de déchets que d'objets ou de matières dont nous ne voulons plus, et de lieux de production de ceux-ci. Ainsi un déchet de jardin produit en ville doit-il être éliminé, alors qu'à la campagne, il est directement recyclé sous forme de compost. On estimait la production annuelle de déchets, en France, en 2004, à 849 millions de tonnes. Tentons une brève classification, après avoir défini un déchet au sens de la loi 75-633 du 15 juillet 1975 : on nomme « déchet » « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ». On appelle « déchet ultime » ce qui résulte ou non d'un traitement d'un déchet et n'est plus « susceptible d'être traité 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 déchets domestiques

Nos déchets de tous les jours sont de trois types. Le premier est ce que nous rejetons au tout-à-l'égout. C'est pour l'essentiel de la matière organique biodégradable, enrichie de certains toxiques, tels les produits ménagers que nous jetons à l'évier, les détergents de nos lessives, les résidus des médicaments que notre corps rejette et, enfin, les eaux usées urbaines qui lessivent les rues, où se sont accumulés des débris (gomme des pneus d'automobiles, zinc dissous des toits, hydrocarbures répandus par nos véhicules, etc.). Un habitant produit en moyenne 60 g de matière organique biodégradable par jour, ce que l'on appelle la DBO₅ (DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE EN CINQ JOURS). À l'extrémité de la conduite d'égout se trouvait autrefois le milieu naturel, c'est-à-dire un fleuve ou la mer, dans lequel étaient rejetées directement les eaux usées. Aujourd'hui, au moins dans les pays industrialisés, on y trouve le plus souvent une station d'épuration, qui tente de traiter, de dégrader ou de retenir tout ça. Elle y parvient en partie si elle fonctionne bien, c'est-à-dire si elle est bien réglée, mais produit quand même deux « effluents » :



des boues et des rejets résiduels en rivière. Les boues résiduaires, parfois chargées en métaux ou en MICROPOLLUANTS, étaient autrefois épandues dans les champs, ce que les paysans ont de plus en plus tendance à refuser, craignant une contamination irréversible de leurs sols. On les met alors en décharge ou on les brûle. Enfin, ce qui n'a pas été dégradé ni retenu – en général au moins 10 % de ce qui entre à la station – parvient à la rivière – en particulier les produits azotés (ammoniaque et nitrates), le phosphore (sauf traitements onéreux et très rares aujourd'hui), certains métaux et micropolluants –, se dilue dans cette dernière et ultérieurement dans la mer, engendrant tant dans l'une que dans l'autre l'EUTROPHISATION, c'est-à-dire un développement excessif des algues dans l'eau, par excès de fertilisation. Les bactéries fécales sont elles aussi rejetées, en pleine santé, ce qui explique aujourd'hui l'impossibilité de se baigner sans danger dans les grandes rivières.

Le deuxième type de déchets est constitué de nos rejets gazeux, qui se diluent dans l'atmosphère. Il y a le CO₂ que nous rejetons par nos poumons et qui est recyclé

par la photosynthèse. Il y a les fumées de nos foyers – ce sont elles qui, à Londres, quand chaque appartement était chauffé au charbon, étaient responsables du *fog*. Il y a aussi les fumées issues de nos pots d'échappement, qui

Composition moyenne des déchets ménagers et assimilés en France (en pourcentage de la masse de déchets bruts, c'est-à-dire contenant de l'humidité).
Source : ADEME.

engendrent aujourd'hui les gaz à EFFET DE SERRE, voire des pluies acides si le combustible utilisé contient du soufre. Il y a les fumées des usines d'incinération de nos déchets qui, en outre, contiennent des traces de micropolluants (PCB, HAP, dioxine, etc.). Il y a aussi les fumées des autres usines, en particulier les centrales électriques au fioul, au gaz ou au charbon.

Le troisième type de déchets est constitué des déchets ménagers solides, encore appelés ordures ménagères, ceux qui viennent de nos poubelles. On y associe souvent les déchets industriels banals – engendrés par les artisans, les petites industries, les commerces –, qui ne sont ni plus ni moins toxiques que nos déchets ménagers. Le tableau en bas de cette page donne une estimation de la quantité annuelle de déchets ménagers solides et assimilés produite en France en 2004, et la figure page précédente un résumé de leur contenu. On parle d'environ 353 kg de déchets ménagers solides par Français et par an en 2004, soit environ vingt-et-un millions

Déchets ménagers	22
Boues des stations d'épuration	9
Déchets encombrants (électroménagers...) et déchets verts des ménages	6
Déchets industriels banals assimilés aux ordures ménagères	5
Déchets du nettoyage des rues	4
Déchets verts des parcs et jardins	1
Déchets de curage des réseaux urbains	1
Total : environ 46,5 millions de tonnes/an	

Quantité de déchets ménagers et assimilés produits en France, en millions de tonnes, en 2004.

Source : ADEME (2007)

On peut ajouter à ce total : véhicules hors d'usage, 1,5 million de tonnes par an.

de cinq cent mille tonnes (sur un total de 46,5), de presque le double aux États-Unis et du dixième dans les pays pauvres... Ce chiffre a commencé de décroître un peu depuis les années 2000 (il était de 359 kg en 2002, soit 6 kg/an en moins en 2004). Notez que les déchets ménagers solides ne sont pas sans danger : ils contiennent de nombreux métaux lourds, des polluants organiques de synthèse car, en définitive, ils reçoivent la quasi-totalité des produits manufacturés de la grande consommation une fois que ceux-ci ont servi et que nous n'en voulons plus. Nous parlerons plus loin de ce qu'on en fait, mais continuons ce tour d'horizon.

Parlons un instant des déchets non collectés, ceux que nous laissons gentiment derrière nous lorsque nous flânonnons dans la nature. Il est difficile d'en connaître précisément la quantité ; le balayage des rues en récupère environ 70 kg par an et par habitant. Donnons seulement quelques chiffres de la vitesse de dégradation de ceux que nous dispersons ainsi en toute insouciance :

Cigarette sans filtre, mouchoir en papier, pelure de fruit	3 à 6 mois
Journal, allumette	6 à 12 mois
Filtre de cigarette	1 à 2 ans
Chewing-gum	5 ans
Boîte en aluminium	10 à 100 ans
Briquet, gobelet, sac en plastique	100 à 1 000 ans
Polystyrène, carte téléphonique	1 000 ans
Verre	10 000 ans

Ces chiffres, que j'ai trouvés dans un refuge du parc du Mercantour, ne sont peut-être pas tout à fait exacts, mais ils me semblent très parlants : si nous ne faisons pas l'effort de ramasser nos déchets, la planète entière sera défigurée pour très

longtemps. On dit déjà, par exemple, que la piste qui mène au mont Everest est parsemée de boîtes de conserve et de détritrus...

Les déchets de l'activité industrielle et agricole

J'en viens aux déchets produits par notre activité industrielle. J'en distinguerai sept types.

Le premier concerne les déchets dits « inertes ». Il s'agit en général de terre, de gravats, de matériaux issus du terrassement, qui ne sont pas toxiques et ne contiennent rien de spécial, s'ils sont bien triés. On les réutilise souvent pour remblayer des zones basses, pour construire des routes ou des voies de chemin de fer, parfois pour faire des granulats de béton. Quand on n'en a pas besoin, on les envoie en décharges dites de classe III, pour lesquelles peu de contraintes sont spécifiées : ce sont en général d'anciens sites de carrière dont on remblaie les excavations. Le coût de mise en décharge est de l'ordre de 3 à 4,5 euros par tonne, hors transport, et les quantités annuelles de l'ordre de 1,7 tonne par an et par habitant, soit cent millions de tonnes par an en France.

On y ajoute les « stériles » de mines et les matériaux de carrière. Ce sont les roches extraites de la mine qui contiennent peu, voire pas ou plus de la substance recherchée par l'exploitation minière ou de carrière. En revanche, ces déchets sont souvent chargés en éléments toxiques comme des sulfures (pyrite...), qui s'oxydent et fabriquent de l'acide sulfurique, lequel met ensuite des métaux lourds en solution (les métaux étant plus solubles dans les eaux acides que dans les eaux neutres ou basiques). Il n'existe presque plus de grosses exploitations

minières actives en France aujourd'hui, à part à Gardanne, près de Marseille (charbon), ou des exploitations de graviers et de roches dures en carrière. Il reste en revanche de nombreux sites miniers anciens, dans lesquels de tels déchets ont été stockés. Certains contiennent des éléments radioactifs (anciennes mines d'uranium). Le volume de ces anciens terrils miniers n'est pas exactement connu. Le volume annuel est de 250 millions de tonnes (principalement de l'activité de carrière).

Nous avons déjà brièvement parlé du deuxième type de déchets industriels : ce sont les déchets assimilés aux ordures ménagères, les déchets industriels banals (nous verrons plus loin leur devenir actuel). En France, ils représentent environ cinq millions de tonnes par an, soit 83 kg par habitant.

Les déchets dits « industriels spéciaux », qui viennent en troisième position, représentent six millions de tonnes par an, soit 100 kg par habitant. On distingue les déchets organiques (hydrocarbures, solvants, goudrons, huiles), les déchets minéraux liquides et semi-liquides (acides, bases, bains de traitement de surface) et les déchets minéraux solides (sables de fonderie, SELS DE TREMPÉ cyanurés, cendres volantes...).

Au quatrième rang, les déchets hospitaliers relèvent à la fois des déchets domestiques et des déchets liés aux soins ; certains d'entre eux sont radioactifs. Ils représentent entre 2,5 et 6 kg par jour et par lit actif, soit deux cent mille tonnes par an.

Les déchets agricoles, au cinquième rang, sont pour l'essentiel des déchets d'exploitation (lisiers, fumiers) et représentent 374 millions de tonnes par an en France, soit 6 tonnes par habitant. Il y a aussi

les résidus de production (fanés, invendus, carcasses, rebuts), formant quatre millions de tonnes par an, et enfin 0,2 million de tonnes par an de déchets de mégisseries, tanneries, papeteries et divers.

Les déchets toxiques en quantité limitée (DTQL), au sixième rang, représentent environ 150 000 tonnes par an, issues de l'artisanat (teinturerie, imprimerie, garages), des laboratoires d'enseignement et de recherche, des agriculteurs et des particuliers (piles électriques surtout).

Au septième et dernier rang, on mettra les déchets radioactifs, produits pour l'essentiel par les centrales électriques nucléaires, mais aussi par les activités militaires, certaines industries, les laboratoires de recherche, et enfin les hôpitaux. On parle de 20 000 m³ par an, dont 10 % de déchets de haute activité ou à vie longue (des millions d'années pour certains), dont le devenir est aujourd'hui incertain.

Le devenir des déchets ménagers et industriels banals

Les déchets ménagers et assimilés constituent la masse la plus importante des déchets à éliminer, 27 millions de tonnes en 2004. Leur devenir et les coûts de traitement ont été les suivants :

- mise en décharge : 39 % (prix de 40 à 60 €/tonne),
- incinération : 43 % (prix de: 60 à 100 €/tonne),
- traitement biologique : 6 % (prix de 45 à 75 €/tonne),
- tri : 13 % (prix de 50 à 110 €/tonne).

Il faut ajouter à ces chiffres le coût de la collecte des déchets, qui varie de 30 à 60 €/tonne, en collecte sans tri, et de 80 à 110 €/tonne avec tri séparatif. Nous allons

examiner successivement ces traitements.

Les centres d'enfouissement technique

En 2004, on comptait en France environ 312 décharges contrôlées, 3 454 déchetteries et 300 sites de décharge fermés et contrôlés. À l'horizon du 1^{er} juillet 2002, l'objectif du gouvernement était de supprimer la majorité de ces décharges et de ne conserver que celles qui reçoivent les déchets ultimes inertes, que nous avons définis plus haut. Cet objectif, défini en 1992, visait en fait à privilégier l'incinération des déchets ou le tri et la récupération. Il n'a à l'évidence pas été atteint, en raison de son coût et de la réticence de certains envers l'incinération.

Traditionnellement, les déchets ménagers et assimilés sont, pour l'essentiel, mis en décharge – on dit désormais CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE (CET). La gestion des déchets municipaux étant de la responsabilité des maires, qui se regroupent souvent en syndicats de communes, l'usage voulait autrefois que l'on choisisse un site éloigné, où les nuisances (odeurs, envol des papiers gras et des plastiques, pollution de la nappe phréatique) seraient peu perçues par la population. Il s'agissait souvent d'anciens sites de carrière ou d'extraction de matériaux. La ville de Marseille, par exemple, utilise encore un site dans la plaine de la Crau, à Entressen, au-dessus d'alluvions très perméables dans lesquelles circule une nappe d'eau douce qui pourrait être exploitée. Les déchets y arrivent quotidiennement en train par milliers de tonnes et sont simplement déversés et étalés sur place. Le site étant assez éloigné de tout, et la nappe inexploitée, les nuisances restent peu préoccupantes pour les édiles marseillais.

Mais ce n'est pas toujours – et de loin – le cas : des pollutions de sources et de

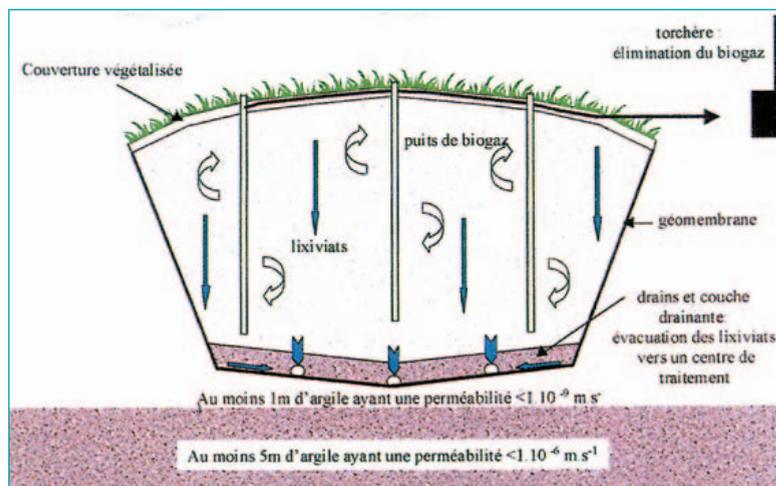
captages se sont souvent produites, sans parler des nuisances olfactives et des envois de papiers gras. Un règlement strict contrôle aujourd'hui les CET pour les déchets ménagers et assimilés, dits de classe II.

Ces centres sont construits sur des sites étanches (dans une excavation ou à flanc de coteau), dont le fond est fait d'une couche argileuse d'au moins 5 m d'épaisseur et de perméabilité inférieure à 10^{-6} m/s, ou bien de 1 m d'épaisseur mais de perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s. Cette couche peut être apportée d'une carrière d'argile voisine, et compactée sur place, si le site n'en possède pas naturellement. Sur les flancs, on met une couche d'argile naturelle, ou contenue entre deux géotextiles cousus. Après avoir mis en place une couche de sable inférieure pour aplanir la forme, on renforce cette barrière naturelle par une membrane artificielle étanche (en général un matériau plastique, comme le PeHD, polyéthylène haute densité), qui est déroulée en bandes successives soudées les unes aux autres sur le fond et sur les flancs. Ce PeHD est ensuite recouvert d'une autre couche de sable pour le protéger du passage des engins et du contact direct avec les déchets. Un réseau de tuyaux de drainage est également mis en place au fond

de la décharge pour extraire les LIXIVIATS ou jus de décharge, qui proviennent de la pluie qui s'infiltre pendant le remplissage de la décharge, mais aussi de la décomposition des déchets putrescibles. Ces « jus de décharge » sont pompés et traités, parfois dans la station de traitement des eaux de la ville, parfois par des stations spécialisées. Ils sont très riches en matière organique, en polluants organiques et en métaux.

Le remplissage de la décharge s'effectue ensuite alvéole après alvéole, c'est-à-dire par unités successives d'environ un hectare (la figure ci-contre représente une alvéole). On met aussi en place des tuyaux de drainage verticaux, qui serviront ultérieurement à extraire les gaz. En fin d'exploitation, on recouvre la décharge d'un dispositif imperméable, fait de terre argileuse ou parfois d'une membrane plastique souple. On ne cherche pas l'imperméabilité absolue de cette couverture : un peu d'eau doit pouvoir parvenir aux déchets pour y maintenir une fermentation et une dissolution des éléments solubles. On ajoute encore une couche de cailloux grossiers, dite « barrière biologique », qui empêche les rongeurs et les racines de pénétrer en profondeur et de percer la couche argileuse ou la membrane.

Sur ces cailloux, on dépose enfin de la terre végétale, que l'on peut cultiver plus ou moins normalement ou recouvrir d'un gazon ou d'une végétation arbustive.



Centre d'enfouissement technique de classe II, schéma en coupe.

Les drains à la base du casier permettent d'extraire les lixiviats (jus de décharge). Les puits de biogaz, au sommet, permettent d'extraire le biogaz de fermentation (surtout du méthane).

© S. Poignard.

Cependant, il faudra encore, pendant trente ans environ, extraire, par aspiration dans les drains verticaux, les gaz de décharge, dits aussi BIOGAZ, constitués pour l'essentiel de méthane et de quelques gaz malodorants (appelés « mercaptans »). Le méthane provient de la dégradation anaérobie (sans oxygène) de la matière organique des déchets. On peut le valoriser en le brûlant pour le chauffage (par exemple pour chauffer des bâtiments publics), ou, plus souvent, en le transformant en énergie électrique au moyen d'une turbine à vapeur, pour les grandes installations. On compte qu'une tonne de déchets produit initialement environ 90 m³ de biogaz par an ; cette production, qui va décroissant avec le temps, se prolonge pendant environ trente ans. Dans d'autres installations, des moteurs à explosion à gaz ou des turbines à gaz sont utilisés pour valoriser le méthane. Si le centre est trop petit, le méthane est brûlé dans une torchère, ce qui détruit du même coup les odeurs. Une fois la décharge remplie, le drainage des jus de décharge doit se poursuivre. Il faut savoir en outre que la décharge se tasse, c'est-à-dire qu'en se dégradant, les déchets se compriment : la surface du CET peut ainsi descendre de plusieurs mètres en trente ans. Il n'est donc pas question de construire dessus.

Après trente ans, dans l'éventualité où la membrane plastique cesserait de garantir l'étanchéité (on ne connaît pas aujourd'hui, faute d'expérience, la durée de vie de ces membranes, mais on table sur une centaine d'années), on peut espérer que le CET aura « bien vieilli », c'est-à-dire que les déchets biodégradables auront fini de se décomposer, que ceux qui sont solubles auront été emportés par l'eau de pluie et extraits par le réseau de drainage. Il ne restera alors dans la décharge qu'une masse de matière

à peu près inerte (mais, répétons-le, quand même séparée des nappes éventuellement présentes par la couche d'argile). Bien que l'expérience à long terme fasse défaut, on peut penser que ce mode d'élimination des déchets n'est pas mauvais. Il faut néanmoins installer de tels CET loin des nappes captées pour l'alimentation en eau potable.

L'incinération

Les installations de combustion des déchets fonctionnent sans apport de combustible extérieur (sauf à l'amorçage) et produisent de l'énergie, parfois thermique (chauffage urbain, comme à Paris), mais le plus souvent électrique (par chaudières à vapeur et turbines, le courant étant revendu à EDF). La taille minimale d'un four d'incinération est de 3 à 4 t/h, ce qui veut dire qu'il faut au moins qu'il soit alimenté par une population de 60 000 personnes. La vente de l'électricité à EDF représente une contribution aux frais d'environ 9 euros par tonne incinérée. On récupère en général les métaux après incinération par différentes méthodes de séparation. Il y avait 134 incinérateurs en France en 2004.

L'incinération pose un problème de pollution de l'air. Les installations modernes possèdent des dispositifs très élaborés de traitement des fumées, par voie sèche, semi-humide ou humide, qui suppriment l'essentiel des rejets atmosphériques. Ces traitements de fumées engendrent cependant des résidus (cendres, boues) que l'on appelle REFIOM (résidus des fumées d'incinération des ordures ménagères). Ces REFIOM sont très chargés en métaux toxiques, et doivent être envoyés en décharge de déchets industriels spéciaux, le plus souvent après avoir été solidifiés avec du ciment. L'incinération produit aussi

des MÂCHEFERS, c'est-à-dire des cendres et des imbrûlés, peu toxiques, mais qu'il faut laisser vieillir un an avant de les utiliser en remblais routiers (pour que les résidus imbrûlés qu'ils contiennent s'altèrent), ou stocker en CET de classe II.

Pour une tonne d'ordures ménagères, on compte 250 kg de mâchefer, 16 kg de REFIOM, 26 kg de ferrailles récupérées, 0,5 kg d'aluminium récupéré.

Le coût de l'incinération est supérieur à celui de la mise en décharge, ce qui explique la lenteur de construction de ces installations. Sont-elles plus « écologiques » que les CET ? Cette question est l'objet d'un débat constant. Si la solution semble plus « finale », puisqu'il ne reste que des cendres et mâchefers, il faut quand même prendre en compte la forte toxicité de ces cendres, qu'il est nécessaire d'enfouir en site de déchets industriels spéciaux, et le volume important des mâchefers à éliminer, lesquels contiennent aussi des métaux et de la matière organique imparfaitement brûlée. Quant aux rejets gazeux, à surveiller de très près, ils ne sont jamais inexistantes.

Le compostage

Le COMPOSTAGE est une option associée au tri des déchets. Il faut commencer par séparer tout ce qui est fermentescible (déchets organiques) de ce qui ne l'est pas. Le fermentescible est mis en tas et devient peu à peu du compost. Sur les un million six cent mille tonnes qui passent par la filière de traitement biologique, 35 % sont fermentescibles et deviennent du compost, qui est commercialisé. Le reste aboutit à un CET de classe II. La grande majorité des déchets compostés provient des déchets verts des parcs et jardins, qui sont collectés de façon séparée.

Le tri

Le tri peut provenir de la collecte sélective, qui n'est jamais parfaite, ou d'une séparation manuelle sur une bande transporteuse où l'on récupère cartons, plastiques, papiers glacés (type magazines), papier courant. Des machines de séparation automatique des déchets non séparés sont également à l'étude ; comme pour les minerais séparés de leur gangue ou le blé séparé de la balle, on sépare les déchets par leur différence de propriétés physiques et leur taille, par soufflage, tamisage, champ magnétique... Ces appareils sont cependant assez onéreux.

Sur les trois millions quatre cent mille tonnes triées, environ 40 % sont valorisées et 60 % vont en CET ou à l'incinération. La valeur des produits récupérés est variable : cartons, papiers (115 à 180 euros/tonne) ; plastique (230 à 600 euros/tonne) ; verre (23 euros/tonne) ; ferrailles (30 euros/tonne). Les collectivités font de plus en plus d'efforts de tri sélectif pour tenter de valoriser les matières contenues dans les déchets, mais cette VALORISATION, si elle est éthiquement et écologiquement souhaitable, n'est en général pas assez attractive économiquement pour se mettre en place toute seule et doit, pour l'instant, être aidée. Il faut, au tout premier chef, également y sensibiliser le public, par l'éducation des enfants.

La société Eco-Emballages, qui perçoit une contribution volontaire des fabricants de produits emballés, participe financièrement aux opérations de tri et de valorisation des déchets recyclables.

Le devenir des déchets industriels

Il existe deux voies principales de traitement des déchets industriels spéciaux : l'inci-

nération, pour les déchets organiques, et le traitement physico-chimique ou biologique pour les déchets minéraux, mais aussi pour certains déchets organiques : neutralisation, déchromatation, décyanuration, précipitation des métaux, oxydation-réduction, épaissement ou filtration, BIODÉGRADATION... Certains déchets (solvants, résines, huiles...) sont régénérés et valorisés (c'est-à-dire réutilisés pour le même emploi qu'au départ, ou pour un emploi différent – des déchets de mousse de plastique peuvent ainsi devenir ces couches de matériaux drainants que l'on utilise pour les travaux publics). L'incinération se fait dans des installations dédiées, qui brûlent ou décomposent en constituants élémentaires banals les matières combustibles. On utilise parfois des fours de cimenteries. C'est là que les fameuses farines animales, interdites à la commercialisation après la crise de la vache folle et devenues des déchets industriels, ont été en grande partie incinérées. Les vieux pneus sont souvent brûlés dans ces fours de cimenteries.

Les résidus issus de ces traitements et les déchets industriels qui ne peuvent être ni traités ni valorisés sont solidifiés et compactés, souvent par mélange avec des ciments, et mis en décharge de classe I. La conception de ces décharges est assez semblable à celle des décharges de classe II décrite plus haut, mais la couche d'argile, naturelle ou mise en place artificiellement, sur le fond et sur les flancs, doit avoir une perméabilité moindre, 10^{-9} m/s sur 5 m d'épaisseur. On installe également une membrane en PeHD, un réseau de drainage en fond et une couverture – étanche, cette fois-ci – en surface. Les déchets industriels, contrairement aux déchets ménagers, sont stables et la décharge ne se tasse pas. Le but ici est de confiner le plus parfaitement

possible ces déchets et d'empêcher la décharge de « fuir » le plus longtemps possible. À très long terme... les éléments stockés retourneront peu à peu dans l'environnement, et c'est leur dilution qui déterminera si des effets néfastes peuvent en résulter.

On compte actuellement quatorze sites de classe I en France, pour l'essentiel dans la moitié Nord, dont dix sites de STABILISATION et de stockage, deux sites de stockage, un site de stabilisation et enfin, un site d'enfouissement profond de déchets chimiques, à 500 m environ, dans une ancienne mine de potasse en Alsace. Ce type d'enfouissement en mine de sel est très fréquent en Allemagne. Celui d'Alsace a cependant été fermé après avoir pris feu !

Sur les six millions de tonnes de déchets industriels spéciaux produites annuellement, voici un ordre de grandeur des devenir et des coûts d'élimination :

- incinération : deux millions de tonnes par an, coût de 150 à 1 500 €/tonne
- traitement et valorisation : trois millions de tonnes par an, coût de 300 à 800 €/tonne
- mise en décharge de Classe I : un million de tonnes par an, coût de 150 à 300 €/tonne

Conclusion

Après ce bref tour d'horizon sur les déchets, que conclure ? Il semble qu'au cours des cent dernières années, l'on ait pris conscience du problème des déchets. D'une politique de dispersion des déchets et résidus dans l'environnement (rejets liquides, gazeux, décharges sauvages...), on est passé à une politique de rétention, de concentration et de confinement. On cherche aussi à réduire la quantité de déchets produite, à récupérer et à valoriser ce qui est valorisable, à ne pas

produire d'objets qui, une fois mis au rebut, poseront de gros problèmes d'élimination. On appelle parfois cela l'analyse du cycle de vie d'un objet : estimer le « coût » pour l'environnement de sa fabrication, de son usage puis de sa destruction, en prenant en compte la quantité d'énergie consommée pour ces trois stades de la vie de l'objet, la matière première utilisée, et enfin les nuisances potentielles en fin de vie.

Mais le point important est aussi que, pour la question des déchets, c'est l'ensemble de la société civile qui est concernée, tant dans ses décisions de consommation (choix d'objets polluants ou moins polluants) et ses décisions de gestion des déchets (tri sélectif, par exemple) que dans la décision finale d'ouverture de centres de traitement ou d'enfouissement des déchets, qui doit rester un choix démocratique, où une part de la société n'impose pas à l'autre des installations dont elle ne veut pas. C'est une question particulièrement difficile, car il faut bien trouver des sites où confiner...

Bibliographie

ADEME (1998) « Le traitement des déchets ménagers et assimilés en centre collectifs en 1996 », rapport n° 3121.

ADEME (1999) « La composition des ordures ménagères en France. Données et références », rapport n° 2894.

ADEME (2000) « Les centres collectifs d'élimination et de valorisation énergétique des déchets industriels dangereux », rapport n° 3827.

ADEME (2007) « Les déchets en chiffres », plaquette téléchargeable www.ademe.fr

France Nature Environnement (2001). *Livre*

blanc sur la prévention des déchets. Texte élaboré par Francis Chalot. 57, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.

Géologues (2001). Revue officielle de l'Union française des géologues. Numéro spécial sur les « Déchets, sites et sols pollués », n° 128, mai 2001. UFG, 77 rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

ROGAUME, Th., *Gestion des déchets. Réglementation, organisation, mise en œuvre*, Ellipses, « Technosup », 2006.

Christian LÉVÊQUE, *Nos rivières sont-elles devenues des poubelles ?*, « Les Petites Pommés du savoir », n°84, Le Pommier, 2006.

Sur la Toile

Le site de l'Agence de l'Environnement et pour la Maîtrise de l'Énergie : <http://www.ademe.fr>
Agence de l'État français, l'ADEME a pour mission, dans le domaine des déchets, d'améliorer la gestion des déchets, de favoriser le recyclage et la récupération, de conseiller les collectivités locales, de faire de la recherche, d'établir un bilan de gestion des déchets en France, et aussi de traiter, pour le compte de l'État, les « points noirs » orphelins, c'est-à-dire des sites pollués dont les responsables ont fait faillite ou ont disparus.

Le site d'Eco-emballages : <http://www.ecoemballages.fr>

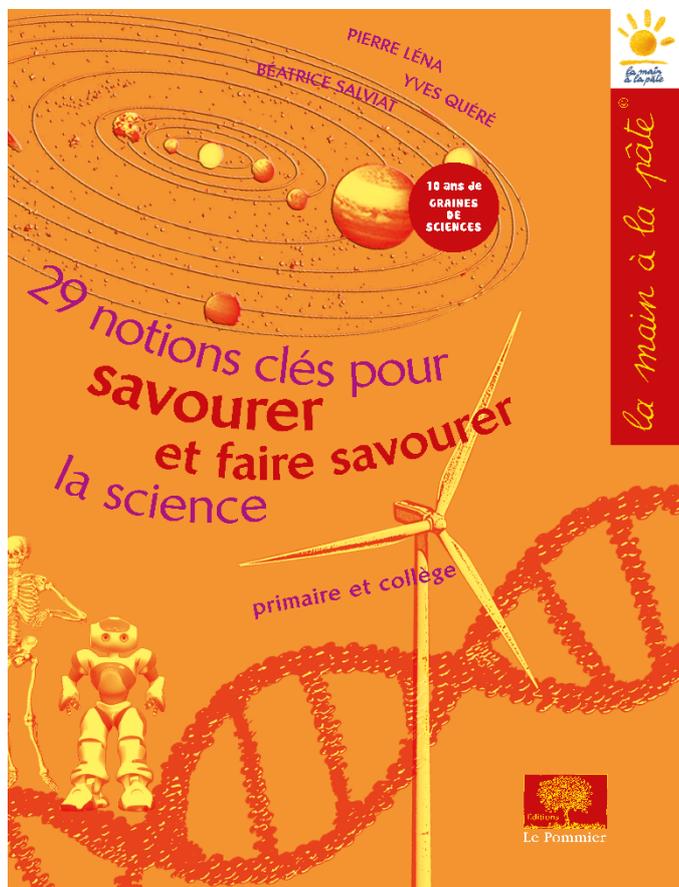
Sur le site du Service de l'Observation et des Statistiques de l'Environnement (ex. Institut Français de l'Environnement) se trouvent des données sur les déchets ménagers : <http://www.ifen.fr/>

Et sur le recyclage :

<http://www.cercle-recyclage.asso.fr/publi/frpubli.htm>

<http://www.adelphe-recyclage.com>

Cette ressource est issue de l'ouvrage *29 notions clés pour savourer et faire savourer la science*, paru aux Éditions Le Pommier.



Le meilleur des Graines de sciences

Vous êtes enseignant, parent, éducateur... et vous manquez parfois de « munitions » pour répondre aux questions des enfants...

Or, en classe, à la maison, au centre de loisirs, celles-ci fusent : « Le Soleil va-t-il s'éteindre ? » « Est-ce qu'il y a des tremblements de terre sous la mer ? » « Où va l'eau qui tombe du ciel ? » « Pourquoi le ciel est-il bleu le jour ? » « Qu'est-ce que l'effet de serre ? » « Pourquoi les animaux migrent-ils ? » « C'est quoi le clonage ? »

Cet ouvrage de référence va vous aider à répondre à ce bombardement de curiosité... en toute connaissance de cause !

Fruit d'une rencontre entre des scientifiques et des enseignants, désireux de partager savoir et expérience, il est précisément conçu pour vous permettre d'acquiescer ou d'approfondir une culture scientifique, si précieuse pour appréhender le monde qui nous entoure... et pour l'expliquer !

Du Soleil à la cellule, du cycle de l'eau aux énergies renouvelables, de l'origine de l'homme au nanomonde, les 29 notions réunies dans ce volume constituent le bagage indispensable pour pérégriner, avec les enfants, en sciences, et ce, de la maternelle au collège. On les retrouve d'ailleurs dans le Socle commun de connaissances et de compétences, qui définit ce que l'école puis le collège doivent, en France, s'imposer de transmettre à tous les enfants.



Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE