

# GALILEO 4

## Le sol : un capital vivant à entretenir



Dossier (p 4)  
Le sol :  
une ressource  
vulnérable et méconnue

Techniques (p 8)  
Comment se libérer de  
la pollution industrielle  
du passé ?

Reportage (p 36)  
Rethinking  
rubbish  
in London

## SOMMAIRE

## 04 DOSSIER

Le sol : une ressource vulnérable et méconnue

## 08 TECHNIQUES

Comment se libérer de la pollution industrielle du passé ?

## 16 RESPONSABILITÉ ENVIRONNEMENTALE

Dépollution des sols : qui paie ?

## 18 FOCUS

Le stockage viable des déchets : ça existe

## 22 REVITALISATION DES SOLS AGRICOLES

Outil de production ou patrimoine commun de l'humanité ?

## 28 LE POINT SUR...

Les métaux lourds

## 30 DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le recyclage : une alternative à l'extraction minière ?

## 36 REPORTAGE

Rethinking rubbish in London

## 42 FONDATION VE

Un effet de levier pour le développement durable

**Il y a un gain vital à entretenir le capital vivant qu'est le sol**

La conscience de la richesse, de la complexité, de l'utilité et de la fragilité du sol a été plus longue à se former que pour d'autres milieux naturels. Que se dégrade la qualité de l'air ou de l'eau et le sentiment d'une menace immédiate pour la santé prévaut. Mais le sol... Tant que le pied trouve à se poser, pourquoi se sentir en danger ?

On sait suffisamment aujourd'hui qu'il y a un gain vital à entretenir ce capital vivant. Sa biodiversité influe sur sa fertilité, sa tenue, sa capacité à retenir l'eau, à la filtrer et à stocker le carbone. Pour

se nourrir, préserver la qualité des eaux, compenser en partie nos émissions de gaz à effet de serre, celle-ci nous est donc essentielle.

On sait aussi combien l'homme peut perturber la vie du sol et entraver sa dynamique de formation. À des fins alimentaires principalement, il a selon la FAO\* détérioré 15 % des terres émergées de la planète. Près du quart des surfaces cultivables sont à ce point appauvries que leur productivité se trouve amoindrie.

Pour nos métiers de traitement des déchets, respecter les équilibres du sol signifie prévenir, réparer et restituer.

Avec pour premier devoir d'éviter de polluer, Onyx s'impose des standards minima pour le stockage des déchets dans le monde entier, quelle que soit la réglementation en vigueur. Nous avons pris l'engagement de traiter d'ici la fin de l'année les lixiviats dans la totalité de nos sites en exploitation. Exemplaires, nos nouvelles installations sont quant à elle qualifiées de centres de stockage écologiques.

La gestion des flux de déchets dangereux sur les sites industriels et le développement de nos capacités de traitement en ce domaine relèvent aussi d'une approche préventive opportune : les usines ont parfois causé des sinistres si graves qu'elles ont rendu leurs sols impropres à toute utilisation. Quand la dépollution est envisageable, nous réparons les dommages, ouvrant la voie à la poursuite des activités de production ou à des opérations de rénovation urbaine.

Dernier mais non le moindre de nos apports, la transformation des déchets biodégradables en compost. Il s'agit là de redonner au sol la matière organique que la campagne a exportée vers la ville, afin de pérenniser les terres arables surexploitées par des pratiques de culture agressives. Au regard des besoins, l'optimum serait de mobiliser l'essentiel des résidus organiques à des fins agronomiques. Leur valorisation énergétique pourrait toutefois concurrencer ce cercle vertueux.

L'épuisement du sol, tout comme celui des combustibles fossiles et des minerais, nous conduit à rompre avec une logique unilatérale de ponction des ressources naturelles. En faisant du déchet une ressource, le recyclage boucle la boucle. Il rétablit le chaînon manquant qui permet d'entrer dans une logique d'échange avec la nature et de renouer ainsi le lien de parenté qui nous unit à la Terre.

Denis Gasquet  
Directeur général d'Onyx - Directeur général adjoint de Veolia Environnement

\* L'Organisation des Nations-Unis pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

# LE SOL : UNE RESSOURCE VULNÉRABLE ET MÉCONNUE

Interface entre la terre, l'air et l'eau, le sol remplit une multiplicité de fonctions, complexes, interdépendantes et essentielles à la vie. Pourtant, les activités humaines altèrent sa capacité à tenir son rôle. Selon la FAO<sup>(1)</sup>, elles ont dégradé 15 % de la surface émergée de la Terre.

Selon la définition de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), le sol correspond à la couche supérieure de la croûte terrestre. D'une épaisseur de 30 cm en moyenne, il est constitué de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants (racines, faune, micro-organismes). Extrêmement lente, sa formation résulte principalement de processus complexes d'altération des roches et de décomposition de la matière organique. Selon la nature des roches initiales, de l'action des climats et des activités biologiques et humaines, les couches successives qui le composent ont des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques variables.

## Une ressource rare

« Au niveau mondial, la répartition des sols dépend principalement du climat et de son corollaire, la végétation » lit-on dans l'ouvrage de référence de Michel Robert<sup>(2)</sup>. Avec un climat trop sec ou trop froid, ou une pente trop forte, ils sont peu développés et discontinus, voire inexistantes comme dans les déserts ou les zones rocheuses. Environ la moitié des terres émergées de la planète ne sont pas ou très peu couvertes de sols. D'après la FAO, les sols réellement cultivables représentent 22 % environ des surfaces des terres émergées, soit moins de 3 milliards d'hectares.

Dans les zones tempérées couvertes de steppes, de prairies ou de forêts (Canada, États-Unis, Russie, Europe), leur richesse en humus en fait

les plus fertiles au monde. Plus au sud, le climat plus chaud conduit à la formation de sols rouges, dits méditerranéens, riches en hydroxydes de fer, pauvres et difficiles à cultiver. Support des infrastructures humaines et des cultures, interface dans l'environnement, le sol remplit de multiples fonctions interactives indispensables à la vie et trop souvent méconnues.

## Un milieu vivant

Le sol abrite 80 % de la biomasse<sup>(3)</sup> du globe. Outre les lombrics, les fourmis et les termites, il accueille des millions d'êtres vivants. Sur une épaisseur de 30 centimètres, il recèle en moyenne 25 tonnes d'organismes à l'hectare dont 40 % de bactéries (réparties entre plusieurs milliers d'espèces), 40 % de champignons, 16 % de vers de terre et 4 % d'organismes divers<sup>(4)</sup>. À peine 10 % des micro-organismes, qui constituent une formidable réserve génétique, sont aujourd'hui connus. Les pédologues commencent seulement à comprendre le rôle de cette microflore et micro-faune dans l'écosystème complexe des sols. « Grâce à leur variété et à leur nombre, ces êtres vivants jouent un rôle essentiel à la fois dans la formation du sol et dans son fonctionnement »<sup>(2)</sup>. Ils participent au maintien des propriétés physiques et biochimiques nécessaires à la fertilité des sols, servent de réservoirs d'éléments nutritifs pour les plantes, suppriment les agents pathogènes externes et décomposent les polluants. La vie biologique du sol joue donc un rôle majeur dans la production alimentaire. Sa fonction de recyclage naturel des matières organiques

issues de la végétation est depuis des millénaires mise à profit par les agriculteurs — les résidus des récoltes et les fumiers servant à entretenir sa fertilité (cf. article sur les sols agricoles p 22).

## Éponge et filtre

Le sol est aussi un élément important du cycle de l'eau. Les pluies s'y infiltrent pour y être stockées et utilisées par les plantes, ou vont alimenter les nappes souterraines. À défaut, elles ruissellent en surface, érodent les sols et viennent grossir le cours des rivières. Véritable filtre, il peut fixer les substances organiques ou minérales polluantes produites par les transports, les villes, les activités agricoles ou industrielles et préserver ainsi les eaux de surface ou souterraines des contaminations.

## Réservoir à carbone

Le sol interfère également dans l'effet de serre. « Il fonctionne comme un réacteur biologique et joue un rôle fondamental dans l'équilibre des grands cycles naturels comme celui du carbone, de l'azote ou du soufre. »<sup>(2)</sup>. Chaque année, 2 milliards de tonnes de carbone sont stockées dans la matière organique du sol, soit le quart de celui émis dans l'atmosphère par les activités humaines<sup>(5)</sup>. La conversion d'une terre arable, céréalière, en prairie peut ainsi augmenter le stockage de carbone. Comme tout milieu complexe et vivant le sol s'avère fragile. Il subit actuellement plusieurs pressions dont les effets combinés portent atteinte à ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. La FAO estime de 7 à 10



millions par an les pertes en terres arables suite à l'érosion, la salinisation ou l'urbanisation. À ce rythme, toutes les terres cultivables seraient détruites en 3 siècles.

### Perte de substance

L'érosion (enlèvement des particules du sol par l'eau et le vent) est un phénomène géologique naturel qui, dans le monde entier, se trouve aggravé par des activités humaines. Provoquée par de fortes dénivellations ou des conditions climatiques comme par certaines pratiques culturales, elle fait perdre au sol sa substance et peut entraîner sa disparition. Dans l'Union européenne, 25 millions d'hectares environ sont menacés, qui perdraient en moyenne 10 tonnes de sol par hectare et par an (soit environ une couche d'1 mm retirée chaque année). Dans les grandes plaines de l'Amérique du Nord et de l'Europe, l'érosion est due aux abus de l'agriculture intensive : remembrement excessif, tendance à la spécialisation et à la monoculture, compaction du sol par les engins, généralisation des semis de printemps laissant le sol nu durant l'hiver, surfertilisation... Dans les régions tropicales, elle résulte essentiellement de la déforestation, qui fragilise plus de 11 millions d'hectares chaque année. Avec à la clé des phénomènes de tassement et d'imperméabilisation du sol, des inondations et des coulées de boues catastrophiques lors des tempêtes ou typhons — ainsi en Haïti, en Indonésie ou encore dans l'archipel des Philippines qui a perdu la moitié de sa couverture forestière en 50 ans. Quant à la désertifica-

tion due à l'aridité, elle concerne déjà près d'un tiers de la planète. Elle progresserait de 6 millions ha/an environ.

### Pression urbaine

Autre menace pour les sols, leur couverture par les infrastructures routières et urbaines, qui entraîne leur imperméabilisation. Selon l'OCDE, l'urbanisation fait perdre 5 000 ha de terres par an. En France, les terres "artificialisées" ont ainsi augmenté d'environ 4 % entre 1997 et 2000. Les surfaces pouvant absorber l'eau de pluie se réduisent tandis que l'étanchéité des zones urbaines a pour effet de modifier l'écoulement des eaux des sols environnants et de nuire à leur biodiversité.

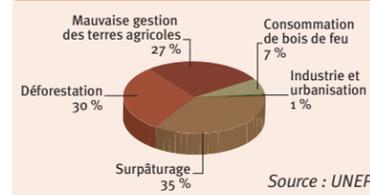
### Sous les roues et les sabots

L'utilisation d'engins lourds ou le surpâturage, particulièrement en zones humides, compactent quant à eux la terre, ce qui réduit son aération, et partant, sa capacité à absorber l'eau, les espaces de vie des microorganismes et la croissance des racines. Autant de facteurs qui se répercutent sur la fertilité du sol et favorisent le ruissellement des eaux, l'érosion et les inondations. Environ 4 % des sols de l'Union européenne souffriraient de tassement.

### Trop d'irrigation

La sanilisation des sols est également préoccupante, l'accumulation de sels pouvant bloquer l'alimentation en eau des plantes et conduire à terme à une salinisation des nappes phréatiques. Elle a des causes naturelles (proximité de la mer, dépôts salins géologiques...) et peut aussi être provoquée par une

### Causes de dégradation du sol



### 2 milliards d'hectares de sol dégradés

Selon la FAO, les activités humaines ont dégradé 15 % de la surface émergée de la Terre. Depuis une trentaine d'années, c'est la volonté d'accroître la production vivrière qui est la principale source de dégradation, l'érosion étant le principal type de menace (elle touche 84 % des terres dégradées). La superficie des terres agricoles n'a cessé d'augmenter dans les PED, à l'inverse de ce qui est observé dans les pays développés. 23 % des terres utilisables sont à ce point dégradées que leur productivité s'en trouve réduite.

irrigation intensive — les eaux d'irrigation contenant toujours des sels —, notamment dans les régions où le taux des précipitations est faible et le taux d'évapotranspiration des plantes, élevé. C'est le cas en Israël, en Égypte, en Irak, en Syrie ou en Turquie, où plus de la moitié des cultures sont irriguées. Selon la FAO, près de 5 % de la surface terrestre est salée.

### Contamination en chaîne

Par ailleurs, la capacité "auto-épuratrice" du sol atteint des limites : au-delà d'un seuil critique d'accumulation, les polluants le contaminent et altèrent sa qualité, avec des conséquences négatives sur la chaîne alimentaire et les écosystèmes. Aux pollutions générées par des sources localisées — exploitations

minières, installations industrielles, décharges sauvages — s'ajoutent notamment celles causées par la pollution atmosphérique ou certaines pratiques agricoles.

### Flux air-sol

La pollution atmosphérique dissémine dans le sol des acides, des métaux lourds et des composés organiques. Des polluants comme le SO<sub>2</sub>, le NO<sub>x</sub> ou le NH<sub>3</sub> sont à l'origine de l'acidification des sols, avec pour effets possibles la diminution de la capacité filtrante du sol, la libération concomitante de métaux toxiques dans les systèmes aquatiques, un appauvrissement chimique et un ralentissement de la vie biologique du sol. Un phénomène qui s'est parfois traduit par un dépérissement des massifs forestiers comme dans les pays scandinaves ou dans le nord du Canada (on parlait alors de "pluies acides").

### Overdose

L'agriculture intensive a aussi contribué à la pollution des sols. L'utilisation importante d'engrais depuis une cinquantaine d'années a profondément modifié le cycle naturel de l'azote dans le monde entier. Les nitrates et les phosphates épanchés pour "nourrir" les plantes en phosphore et azote ne sont pas à proprement parler des polluants pour les sols. Mais leur surutilisation a entraîné des déséquilibres de nutriments dans le sol et souvent la contamination des eaux souterraines et de surface. Avec en aval des problèmes d'eutrophisation<sup>(6)</sup> des cours d'eau et de

qualité de l'eau potable. Les nitrates et les phosphates stockés dans les sols peuvent mettre des années voire des décennies avant de migrer dans les nappes phréatiques. Quant aux pesticides, des études sur la qualité de l'eau montrent qu'ils ont contaminé dans le monde entier les eaux de surface et souvent les eaux souterraines. Ils peuvent aussi porter atteinte à la biodiversité du sol. L'impact sur la santé de ces substances et les doses limites sont pour l'instant mal connues. Si les pesticides sont de plus en plus réglementés dans l'Union européenne, ils posent des problèmes croissants de pollution dans les pays du Sud. Avec le doublement ou le triplement des rendements de blé ou de riz, la révolution verte en Asie s'est traduite par une utilisation intensive des pesticides. Il en va de même pour la culture du coton en Afrique ou au Brésil. Longtemps négligé par les politiques publiques, faute de système d'observation et de réseau de données, le sol est désormais placé au cœur des problématiques environnementales. Sa qualité devient un enjeu de santé publique primordial. L'importance de sa protection a été reconnue à l'échelle internationale au sommet de Rio (1992). Au niveau européen, une directive "sols" devrait être élaborée sous peu avec notamment pour objectif de lutter contre l'érosion et de limiter les pollutions du sol par les activités industrielles et agricoles. « Toute dégradation du sol est quasi irréversible à l'échelle humaine. Il nous appartient de le savoir et de protéger cette "fine couche d'argile et d'humus" »



L'état de santé d'un sol s'évalue notamment au regard de sa biodiversité. Un gramme de sol en bon état peut contenir jusqu'à 600 millions de bactéries appartenant à 15 000 ou 20 000 espèces différentes. Dans le désert, ces chiffres tombent respectivement à 1 million et 5 000 à 8 000 espèces<sup>(5)</sup>.

«cachée sous nos pieds !» rappelait Michel Robert.

Loïc Trébord

- (1) Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- (2) "Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement" - Editions Masson. 1996.
- (3) Biomasse : masse totale des êtres vivants mesurée par unité de surface en milieu terrestre et par unité de volume en milieu aquatique. La biomasse animale représente généralement moins de 1 % de celle des végétaux. (Le Petit Larousse 2005).
- (4) Source : Institut français de l'environnement (IFEN).
- (5) Source : Union européenne — Commission.
- (6) Enrichissement d'une eau en sels minéraux entraînant des déséquilibres écologiques tels que la prolifération de la végétation aquatique ou l'appauvrissement du milieu en oxygène (Le Petit Larousse 2005).



## 400 experts européens ont planché sur la protection des sols.

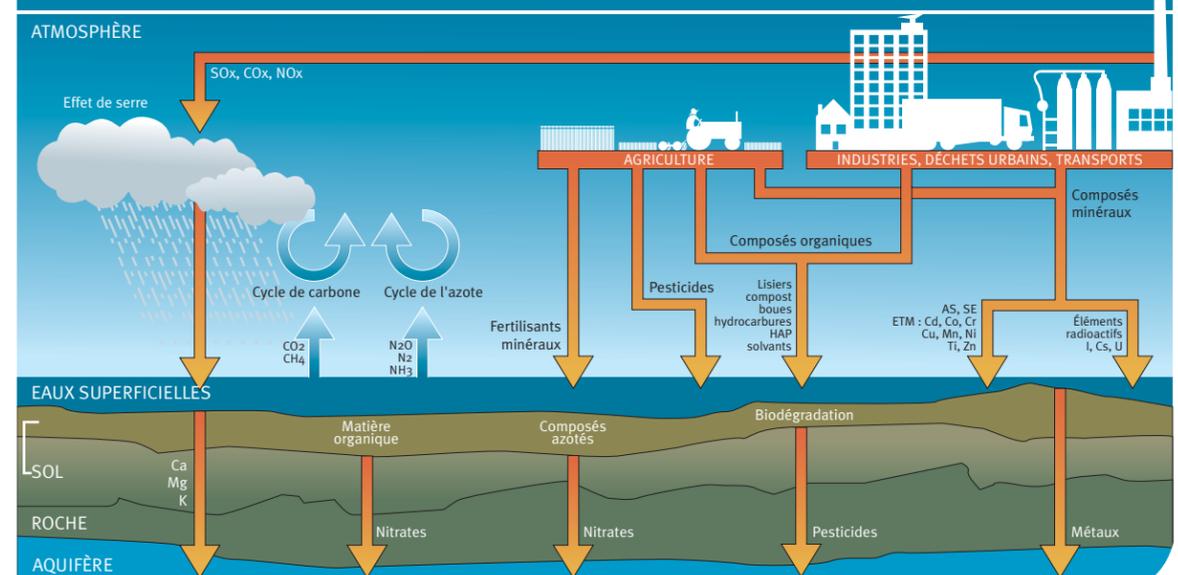
Après la publication de sa Communication sur les sols en avril 2002, la Commission a consulté 400 experts de l'Europe élargie. Réunis en groupes de travail, ils ont émis des recommandations en vue d'atteindre les 5 objectifs identifiés par la direction Environnement pour préserver les sols. Remis fin 2004, leur document de synthèse énumère les mesures visant à favoriser l'accumulation de la matière organique, à améliorer la biodiversité du sol, à réduire son érosion et son tassement ainsi que la contamination diffuse. Vice-présidente au titre de la FEAD\* du groupe de travail sur la matière organique et la biodiversité,

Elise Bourmeau souligne la nécessité de lier positivement agriculture et environnement et non de les opposer. « Nous espérons que nos propositions serviront de boîte à idées pour la mise en œuvre de la PAC, précisément en ce qui concerne l'évaluation des bonnes conditions agricoles et environnementales. Pour fixer les règles de sécurité sanitaire et environnementale de l'apport en matière organique, il est nécessaire d'avoir une approche globale, de prendre en compte l'ensemble des intrants, composts, effluents d'élevage, autres engrais et amendements, pesticides. Nous œuvrons également pour la

création par les pouvoirs publics d'une aide financière incitant les agriculteurs à utiliser des composts pour entretenir leur patrimoine sol. » Lors du colloque Vital Soil organisé en novembre 2004, les instances européennes ont réaffirmé leur volonté de légiférer prochainement dans le domaine des sols. La préservation des sols devrait faire l'objet d'une directive spécifique, à l'instar de l'air et l'eau, et être intégrée à d'autres politiques européennes : agricole, aménagement du territoire, gestion des déchets, etc.

\* FEAD : Fédération européenne des activités des déchets.

### LES FLUX DE MATIÈRE TRANSITANT PAR LE SOL



# COMMENT SE LIBÉRER DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE DU PASSÉ ?

Au regard des inventaires des sites pollués, le passif environnemental des activités industrielles est lourd. Sur des décennies, voire plus d'un siècle, les sols ont absorbés métaux toxiques, hydrocarbures et solvants. Préoccupation sanitaire, protection environnementale et aménagement urbain poussent à leur remise en état. Une oeuvre coûteuse et de longue haleine.

Il n'existe pas à ce jour d'inventaire mondial des sites pollués. Mais les recensements effectués dans les pays les plus industrialisés donnent la mesure du problème. Aux États-Unis, d'après l'Agence de protection de l'environnement (EPA), plus de 350 000 sites devraient être décontaminés au regard de la réglementation actuelle. Dans le cadre du programme Superfund, mis en place en 1980 pour inventorier et nettoyer les sites pollués, 2 000 sites environ ont été remis en état. Dans l'Union européenne, les chiffres varient de 300 000 à 1,5 million selon le niveau de risque acceptable et selon que l'on retient les sites potentiellement ou effectivement pollués. En France, 300 000 à 400 000 sites ayant fait l'objet d'une activité industrielle ou de stockage sont recensés comme potentiellement pollués<sup>(1)</sup>. Mais leur nombre tombe à 3 735 (estimation officielle<sup>(2)</sup>) si l'on considère ceux qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présentent une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour la santé des personnes ou l'environnement. L'Allemagne suspecte aussi plus de 300 000 sites d'être pollués, la Grande Bretagne plus de 100 000. Aux Pays Bas, l'un des premiers pays européens ayant mis en place un inventaire exhaustif, le chiffre s'élève à 100 000, sur une surface de 100 000 hectares.

## Au passif des activités humaines

Anciennes mines, usines à gaz abandonnées,

usines chimiques et pétrochimiques, décharges sauvages, installations classées défectueuses, stations-service désaffectées, garages automobiles, terrains militaires, ateliers de teinturerie ou pressing en-dessous des normes... Nombreuses sont les activités humaines qui, à des degrés divers, ont pollué ou peuvent polluer les sols et les nappes d'eau souterraines ou superficielles voisines. Les rejets des process industriels, la manipulation ou le stockage sans précaution de déchets ou de produits toxiques sont les principales sources de pollution. Les hydrocarbures, les produits chlorés et les métaux lourds, les principaux éléments trouvés sur les sites contaminés.

## De l'accident à l'inconscience collective

La pollution industrielle est parfois accidentelle. Elle peut être due par exemple à un déversement de produits dangereux lors du déchargement d'un camion-citerne ou à la rupture d'une canalisation. Elle peut aussi être chronique et plus discrète. Une légère fuite de gazoil sur une dalle fissurée dans une aire de stockage d'hydrocarbures peut contaminer rapidement le sol voisin puis des milliers de m<sup>3</sup> d'eau souterraine (1 g d'hydrocarbure pollue 1 m<sup>3</sup> d'eau).

De façon générale, les exemples les plus frappants de pollution des sols résultent de pratiques anciennes prenant peu ou pas en compte la notion de protection de l'environnement. En Europe centrale et en Russie, les cas d'effets désastreux sur la santé de la pollution industrielle sont monnaie

courante. Dans la ville au lourd passé industriel de Karabash, au

## Des plantes pour décontaminer les sols

Les plantes tirent du sol les minéraux indispensables à leur alimentation. Grâce à un compartiment particulier dans leurs cellules, la vacuole, elles arrivent à piéger certains produits toxiques comme le cadmium, le plomb, le chrome, voire l'arsenic. Afin de décontaminer les sols, il suffirait de les faire pousser sur les sites pollués, de les récolter puis de les incinérer pour récupérer les métaux lourds. Des équipes scientifiques planchent sur la question. Selon le GISFI<sup>(1)</sup>, l'alyssum de la famille du chou aurait un faible pour le nickel. Le *Thlaspi caerulescens* aux petites fleurs rosées préfère le cadmium et le zinc. De son côté, une équipe internationale du CEA<sup>(2)</sup> est récemment parvenue à introduire dans une plante le gène d'une protéine de levure qui transporte le cadmium et le plomb. La prochaine étape consiste à transférer ce gène dans une plante à croissance rapide dotée de racines développées et profondes. En Corée, des chercheurs fondent quant à eux de grands espoirs sur la capacité décontaminante des peupliers.

<sup>(1)</sup> Groupement d'intérêt scientifique sur les friches industrielles

<sup>(2)</sup> Commissariat à l'énergie atomique



bord de l'Oural, les enfants présentent des troubles neurologiques, des malformations congénitales et des cancers dus au plomb, à l'arsenic et au cadmium. Les anciens sites miniers figurent sur la liste des principaux points noirs, les éléments métalliques et les sulfures étant fortement présents dans les terrains aux abords des mines. En Europe centrale (Slovaquie, République tchèque) comme aux États-Unis, des millions d'hectares ont ainsi été affectés.

### Rénovation urbaine

L'impact toxique des sites pollués se révèle souvent lors des opérations d'aménagement urbain. Du fait de la pénurie foncière, des projets immobiliers voient le jour sur des friches industrielles. Comme plusieurs communes de la banlieue de Lille (France), Saint-André en a fait l'expérience après avoir acquis une usine de peintures désaffectée de 2000 m<sup>2</sup>. Objectif : construire des logements sociaux. Aux premiers coups de pioches, les ouvriers s'évanouissent sous l'effet de dégagements de benzène. L'expertise conclut à la contamination du sous-sol sur 11 m de profondeur par du benzène et du cyanure. Les bâtiments ayant pris feu à 2 reprises, l'eau



La capacité décontaminante des peupliers est explorée par des chercheurs coréens.

utilisée par les pompiers avait transmis ces polluants dans le sol. Le projet

a dû être interrompu et la commune a mis en cause la responsabilité de l'ancien propriétaire devant les tribunaux. Depuis, la métropole lilloise a chargé un spécialiste d'identifier les sites à risques au regard des scénarios d'aménagement. « *Le métier de la dépollution des sols est souvent lié à l'immobilier* » précise Hubert Bonin directeur général de GRS Valtech Onyx. « *Les promoteurs et les communes ne peuvent plus prendre de risques avec ces terrains. Ils sont désormais très exigeants sur le niveau de réhabilitation.* »

### Quelle dépollution pour quel usage ?

Une fois la pollution d'un site établie, comment fixer les objectifs de décontamination ? Dans la plupart des pays européens, ils sont déterminés en fonction de la destination du terrain (espaces verts, habitations, bâtiments industriels...) et des techniques disponibles. Selon cette approche – « traiter en fonction de l'usage » – ce n'est pas tant la pollution qui pose problème que son impact sur l'homme ou l'environnement. À la différence d'autres pays occidentaux où les valeurs limites de pollution sont souvent préétablies par les pouvoirs



Même quand ils n'ont jamais accueilli d'activités industrielles, les sols urbains se révèlent parfois pollués. L'utilisation en remblai de résidus divers tels sables de fonderie, cendres de charbon ou scories pour rehausser des terrains, après des inondations par exemple, en est à l'origine. En France, aucun texte ne régleme le traitement de ces terres qui sont excavées lors d'opérations d'aménagement.

### L'effet Metaleurop

En France, des textes sont en préparation pour préciser l'obligation de remise en état d'un site industriel lors de l'arrêt d'activité. Une procédure est prévue, sur la base d'un dialogue avec les pouvoirs publics locaux. Après avoir informé les autorités de leur intention de fermeture, les industriels devraient dorénavant présenter un plan de dépollution et proposer un nouvel usage du site. Est également à l'étude la constitution de garanties financières par les exploitants pour couvrir d'éventuels dommages environnementaux – garanties actuellement exigées pour les exploitants de carrières et de centres de stockage de déchets.

publics, en France, les études de risque sont entièrement confiées à des bureaux d'études qui fixent, au cas par cas, les seuils de dépollution au regard de l'usage futur du site. Or chaque expert a sa propre appréciation du risque... En cas de pollution avérée, l'exploitant ou le propriétaire du terrain sont tenus pour responsables dans la plupart des pays. Si le pollueur est solvable, il doit entreprendre les travaux de décontamination, avec l'entreprise de son choix.

### Difficile d'assumer le passé

En cas d'insolvabilité ou de disparition des responsables, le dossier est transmis aux institutions chargées de la réhabilitation des sites orphelins dangereux lorsqu'elles existent (Ademe en France, Superfund aux États-Unis).

Les financements publics ne sont toutefois pas à la hauteur de la tâche. Aux États-Unis, la remise en état des sites pollués, qui prendrait 30 ans, est évaluée à 250 milliards \$, soit plus de 700 000 \$/site en moyenne. Dans l'Union européenne, les estimations oscillent entre 59 et 109 milliards €<sup>(6)</sup>. Dépolluer coûte cher en effet : 450 000 \$ pour 1 hectare de terrain contaminé par du chrome (De Pere, Wisconsin), 6 millions € pour une nappe d'eau souterraine polluée par le déversement de fûts chimiques (Epernay – France), 25 millions € pour réhabiliter une décharge (Montchanin – France), 30 millions € pour décontaminer une ancienne mine d'or (Salsigne – France)...

Si les industries d'hier ont légué ce passif environnemental aux générations d'aujourd'hui, plus par absence de pression réglementaire que par malfaisance, l'irresponsabilité environnementale ne relève pas seulement de l'histoire ancienne. Avec 22 millions € environ de dépollution laissés à la charge de la collectivité après le dépôt de bilan en 2003 de sa filiale Metaleurop Nord, le groupe suisse Glencore n'a guère assumé le passé. En cours de réhabilitation, l'ancienne fonderie de Noyelles-Godault (France) qui produisait du plomb et du zinc depuis 1894 est l'une des friches les plus sinistrées d'Europe. Sur 35 hectares, le terrain a été contaminé par du plomb, du cadmium et du zinc et la présence d'arsenic et de zinc a été relevée dans les eaux souterraines. Dans les communes alentour, 13 % des enfants ont des teneurs en plomb dans le sang qui présentent des risques pour la santé. Quant au groupe Dow Chemical, il estime que le net-

toyage du site du Bhopal (Inde) ne lui revient pas – stockés sans précaution, les déchets de l'usine de pesticides d'Union Carbide (racheté par Dow Chemical) ont répandu du mercure dans le sol et les nappes d'eau et provoqué des intoxications. Les évolutions du droit, tant en Europe qu'aux

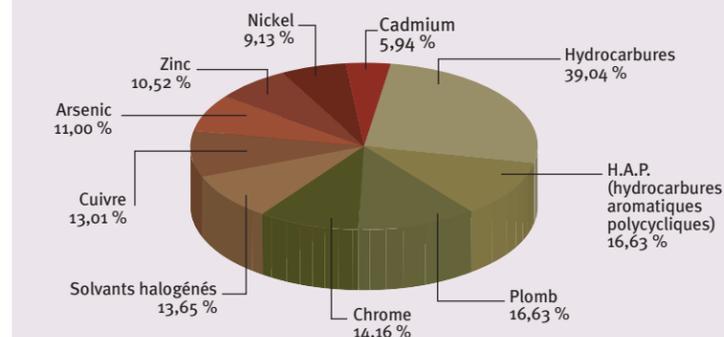
### Des sites industriels aux champs via les canaux

À la fin des années 80, des agriculteurs du nord de la France tirent la sonnette d'alarme. Les boues de curage des canaux épanchées dans leurs champs ont « brûlé » leurs terres, provoqué des pertes de culture et même la mort d'une quarantaine de veaux. Cadmium, plomb, mercure, arsenic, dioxines... Rejetés pendant des décennies par les sites miniers, sidérurgiques et textiles, métaux lourds, polluants organiques et hydrocarbures se sont accumulés au fil du temps dans les sédiments des canaux, des rivières et des ruisseaux de l'Artois-Picardie. Pendant longtemps, les services de l'Etat ont dragué les canaux sans se soucier du devenir des boues de curage qui étaient simplement déposées en cordons le long des voies d'eau ou épanchées sur des terrains agricoles.

### Gestion des sédiments

Aujourd'hui, les curages sont très surveillés et les teneurs en polluants des sédiments contrôlés, d'autant que 95 % de l'eau potable du Nord-Pas-de-Calais vient du sous-sol. L'agence de l'eau Artois-Picardie travaille depuis 1996 à mettre en place un plan de gestion cohérent des sédiments dans la région. Les spécialistes estiment toutefois qu'il faudra plus de 15 ans et plusieurs millions d'euros pour restaurer le milieu naturel. Sur les 300 000 m<sup>3</sup> de sédiments curés chaque année, un bon tiers est contaminé et doit être traité ou stocké en sécurité. Mais les sites de stockage se font rares et les collectivités reculent devant le coût du traitement. L'envasement des canaux et des rivières menace et le risque de débordement est évoqué.

### Principaux polluants des sites contaminés en France



Passé industriel obligé, près de 40 % des sites pollués en France sont concentrés dans 3 régions : Ile-de-France (10,36 %), Rhône-Alpes (13,25 %) et Nord-Pas-de-Calais (13,82 %).



États-Unis, ainsi que la pression de l'opinion publique, laissent entrevoir pour l'avenir une meilleure application du principe du pollueur-payeur et le développement des approches préventives. Le fait que des multinationales confient de plus en plus à des spécialistes la gestion des déchets dangereux sur leurs sites de production, y compris dans des pays où la législation environnementale n'est guère contraignante, témoigne par ailleurs d'un changement dans les mentalités industrielles.

L. T.

## Bhopal : vers une responsabilité mondiale des multinationales ?

En 1989, soit 5 ans après la catastrophe causée par son usine de pesticides de Bhopal (Inde), Union Carbide versait 470 millions \$ au gouvernement indien à titre de compensation. La fuite de 27 tonnes de gaz toxique a provoqué près de 30 000 morts et laissé des séquelles chez plus de 100 000 personnes. La question de la compensation était traitée en Inde (la compagnie américaine détenait à 50,9% Union Carbide India Ltd). La pollution du site par des déchets dangereux ayant contaminé les nappes d'eau, des Indiens portent plainte en 1999 contre Union Carbide (rachetée en 2001 par Dow Chemical), devant une cour de New York. Faut-il pouvoir faire appliquer sa décision à plusieurs milliers de kilomètres, celle-ci se déclare incompétente. La cour d'appel fédérale estime le 17 mars 2004 que si le gouvernement indien coopérait pour faire appliquer une décision de justice américaine relative à la réhabilitation du site, la cour de première instance pourrait reconsidérer sa position. En juin dernier, le gouvernement indien a fait savoir qu'il ne s'opposerait pas à une décision de ce type. En rendant les entreprises américaines responsables dans leur propre pays des pollutions commises à l'étranger, une telle jurisprudence constituerait un précédent.

## Traitement de goudrons acides dans 6 lagunes à Ramat Hovav (Israël)

### Problématique

Dans les années 1970 et 1980, 18 000 tonnes de goudrons acides issus du recyclage d'huiles minérales ont été stockées dans six lagunes faisant partie d'un grand site de stockage de déchets dans le Neguev. Ces goudrons ont été mélangés avec des "gâteaux" de filtres pressés contenant de fortes teneurs en métaux. Suite à une pollution des terres voisines, le ministère de l'environnement israélien lance fin 1999 un programme d'inertage et de réhabilitation des lagunes. À l'issue d'un appel d'offres international, GRS Valtech Onyx est déclarée adjudicataire des travaux.

### Méthodologie

Une étude approfondie du site et de la nature des polluants permet de préciser les volumes et les caractéristiques des matériaux à traiter (goudrons acides, terres contaminées, métaux). Compte tenu du volume

et de la variété des polluants, le procédé de stabilisation Safestab est retenu. Les goudrons acides sont extraits des lagunes, puis mélangés successivement à différents additifs minéraux pour détruire les composants organiques et inerte les contaminants non organiques. Une fois stabilisés, ils sont utilisés en remblai. Les rejets gazeux résultant du procédé sont collectés et traités sur une unité spécifique.

### Résultats

Entre février 2000 et mars 2001, 18 000 tonnes de goudrons acides et pâteux et 12 000 tonnes de terres polluées ont été traitées par stabilisation. Pour 97% des analyses sur les matériaux stabilisés, les niveaux sont inférieurs aux objectifs de traitement. L'opération de dépollution n'a pas gêné l'activité industrielle du site et a respecté intégralement les contraintes de sécurité liées aux exigences d'une installation classée.



## COMMENT RESTAURER UN SOL POLLUÉ ?

**La remise en état d'un site contaminé est l'aboutissement d'un processus en plusieurs étapes : diagnostic, évaluation des risques, définition du niveau de dépollution à atteindre et choix des techniques à mettre en oeuvre.**

La restauration d'un site pollué débute par un diagnostic qui s'appuie sur un historique (types des activités exercées et des polluants utilisés), des études géologiques et hydrogéolo-

giques, des prélèvements et des analyses. Cette phase est précédée par la mise en place de mesures de sécurisation ou de confinement en cas de danger pour l'environnement ou la santé



des riverains. Les risques sont ensuite évalués en établissant des schémas d'exposition et en étudiant les effets des polluants en fonction de leur concentration. Puis, l'impact résiduel acceptable pour le terrain est défini. « En France, la méthodologie de dépollution est fondée sur les études détaillées de risques (EDR) et les niveaux à atteindre sont préconisés en fonction de l'usage ultérieur du site » précise Hubert Bonin. Par exemple, si le terrain doit accueillir des logements, le niveau de dépollution à atteindre est nettement plus élevé que s'il est transformé en jardin public. Le choix d'une technique de dépollution dépend non seulement du type de polluants à traiter mais aussi du type de sols concernés. Reste ensuite à définir les contraintes de mise en œuvre, la durée acceptable pour la réhabilitation du site (certaines techniques demandent plusieurs années) et le budget alloué à l'opération.

### L'impératif de la valorisation

Parfois, les promoteurs ou les collectivités préfèrent excaver les terres et les envoyer en centre de stockage. Une pratique que contestent les professionnels de la dépollution. « Une terre n'est pas un déchet ! C'est une ressource qui doit être valorisée » pense

### Stabilisation de terres polluées par du chrome (Wisconsin)

À De Pere, dans le Wisconsin, Onyx Special Services a décontaminé en 1999 un terrain d'un hectare anciennement occupé par une usine de chromage et situé dans une zone résidentielle. Financée par le Superfund, cette opération a coûté 450 000 \$. Pollué par du chrome, le sol argileux a été traité sur 6 m de profondeur. Plus de 13 500 m<sup>3</sup> de terre ont été stabilisés. La décontamination a eu lieu *in situ* avec un dispositif de malaxage fixé sur un excavateur. Dans cet État, près d'Horicon, Onyx Special Services dispose aussi d'installations de traitement de sols pollués par des hydrocarbures. En moyenne, 540 tonnes de terre peuvent y être restaurées chaque jour, avec des procédés physico-chimiques et biologiques.



Hubert Bonin. *Ré-servons précieusement nos centres de stockage pour les déchets ultimes et faisons tout notre possible pour traiter et recycler les sols pollués !* La dépollution des sols étant une science relativement nouvelle, les techniques font l'objet de nombreuses recherches et évoluent rapidement. Schématiquement, on distingue les traitements biologiques et les traitements physico-chimiques, ces derniers étant multiples.

#### Micro-organismes à l'œuvre

La biodégradation consiste à utiliser la capacité de certains micro-organismes à dégrader des polluants organiques (en particulier les hydrocarbures légers) : en s'en nourrissant, ils les transforment en eau et en dioxyde de carbone. La technique vise à améliorer leurs conditions de vie (augmentation du taux d'humidité, d'oxygène, de nutriments), voire à en injecter

ter dans le sol pollué. Dans le traitement en bio-terre, les terres excavées sont mises en tas avec un système d'irrigation et de circulation d'air pour stimuler le métabolisme des organismes. GRS Valtech Onyx gère ainsi 2 biocentres, dans le Pas-de-Calais et la Drôme (Fr).

#### Drainage et perfusion

Utilisée depuis plus de 30 ans aux États-Unis, la technique du "venting" est largement éprouvée. Elle consiste à aspirer par un réseau de drainage les polluants contenus dans un sol non saturé en créant une dépression. Les vapeurs récupérées sont ensuite condensées, absorbées (charbon actif) ou incinérées. Cette technique est particulièrement efficace pour récupérer les polluants volatiles comme les hydrocarbures légers ou les solvants dans les terrains perméables. Le "bio-venting" lui est souvent associé, en injectant des nutriments et de l'air dans le réseau de drainage pour stimuler

“ Une terre n'est pas un déchet ! C'est une ressource qui doit être valorisée. Ré-servons précieusement nos centres de stockage pour les déchets ultimes et faisons tout notre possible pour traiter et recycler les sols pollués ! ”

ler les micro-organismes du sol. Le lavage à l'eau ou avec des solvants convient aux fortes pollutions (PCB, HAP, hydrocarbures, pesticides...) mais seulement si le taux de particules fines est assez faible. Appliquée *in situ*,

## Démolition et dépollution de l'usine d'arsenic de l'Estaque (France)

### Problématique

Dominant la baie de Marseille et disposé en plateformes superposées sur plus de 80 hectares, le site Metaleurop de l'Estaque était le dernier site producteur d'arsenic en France jusqu'à sa cessation d'activité en février 2001. L'industriel procède à partir de 1998 à des premiers travaux de dépollution. GRS Valtech

Onyx a pour mission d'accompagner la fin de vie de l'usine et de commencer sa réhabilitation (d'autres opérations concernent les résidus d'activités métallurgiques exercées antérieurement, depuis le début du 19<sup>e</sup> siècle, dans la partie ancienne du site). La filiale du groupe doit démolir des structures de bâtiments arséniés, stabiliser des terres et des matériaux de

démolition pollués et installer une station de traitement d'eau pluviale avant rejet en mer. Le tout dans le respect des contraintes industrielles et réglementaires.

### Méthodologie

Les opérations de tri sont effectuées par des techniciens munis de protections individuelles. Les blocs pollués sont lavés à l'eau sous pression. Les opérations de lavage sont validées par des tests de percolation réalisés sur le site. Les terres arséniées sont stabilisées avec le procédé Safstab de GRS Valtech Onyx. L'aspiration des poussières est réalisée sous vide par des camions sur mesure. Les eaux sont traitées par osmose inverse et les concentrats avec du chlorure ferrique et du lait de chaux.

### Résultats

De 1999 à 2003, un bâtiment a été décontaminé et une galerie d'évacuation des fumées taillée à travers la colline de calcaire ; 25 000 m<sup>3</sup> de matériaux de démolition ont été triés, lavés et stabilisés ; 30 000 tonnes de terres arséniées ont été traitées ; un bassin de collecte des eaux pluviales a été vidangé et curé ; l'usine, un four et un électrofiltre ont été démolis.



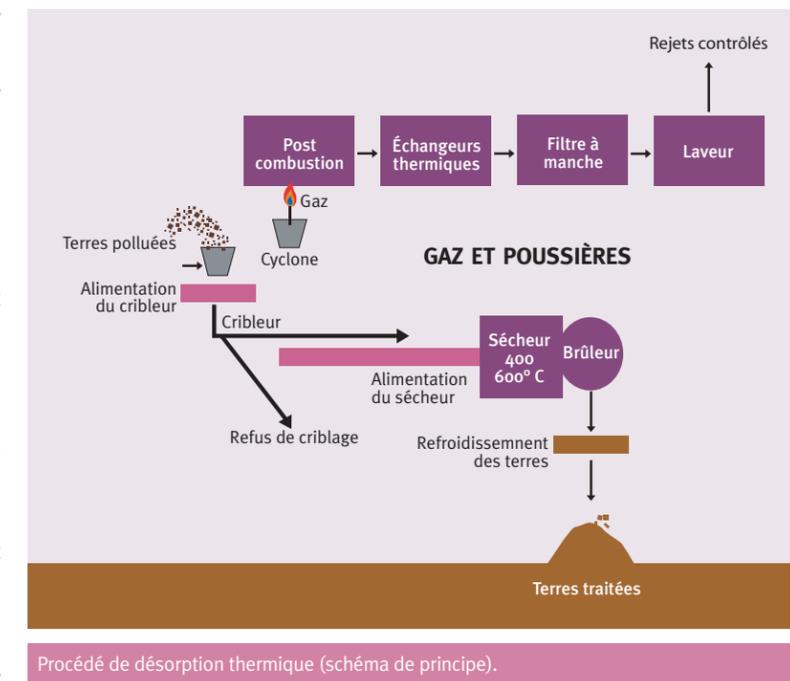
cette technique consiste à faire circuler dans le sol de l'eau additionnée de tensioactifs pour libérer et entraîner les produits organiques, puis à les séparer par décantation au niveau du sol. Les terres polluées peuvent aussi être excavées et lavées dans des installations spécialisées.

### Confinement de haute sécurité

Lorsque les volumes à traiter sont importants ou les pollutions complexes, il est possible de confiner ou de stabiliser les terres polluées *in situ*. Avec le confinement mécanique, les terres polluées sont isolées à l'aide de géomembranes. Pour limiter la migration dans les nappes phréatiques, il est aussi possible d'injecter des agents de solidification. Cette technique de stabilisation chimique peut être couplée avec la précédente.

### Chauffage au four

La désorption thermique est quant à elle adaptée aux sols contaminés par des composés organiques lourds et légers (hydrocarbures, solvants comme le benzène, le toluène et le xylène, goudrons). Les terres polluées sont chauffées dans un séchoir entre 200 et 500 °C. Ainsi volatilisés, les polluants sont alors oxydés dans un four de postcombustion chauffé à 1000 °C environ. Un traitement complémentaire des gaz, en aval de l'unité de désorption thermique, est aussi nécessaire. Les terres peuvent ensuite



être recyclées en remblai pour les routes ou les carrières.

Aux États-Unis, qui comptent plus de 100 unités de désorption, cette technique est largement répandue. GRS Valtech Onyx qui utilise dans toute l'Europe une unité de désorption mobile, vient d'inaugurer près de Lyon le premier centre thermique de valorisation des terres en France. « Nous pouvons y traiter à l'année jusqu'à

80 000 tonnes de terres polluées par des hydrocarbures ou des solvants en garantissant une traçabilité totale » assure Hubert Bonin.

L. T.

- (1) Inventaire Basias réalisé par le BRGM (<http://basias.brgm.fr>)  
 (2) Base de données Basol (<http://basol.environnement.gouv.fr>)  
 (3) Agence européenne de l'environnement

## Dépollution de l'ancienne raffinerie de Rho (Italie)



### Problématique

Dans les années 90, la raffinerie de Rho du pétrolier Agip ENI ferme ses portes dans la banlieue de Milan. La ville envisage de construire son nouveau parc des expositions sur le site de 50 hectares. Le cabinet d'ingénierie américain Foster Wheeler diagnostique 350 000 tonnes de terres polluées par des hydrocarbures (de 2 000 à 10 000 ppm) et charge GRS Valtech Onyx de les décontaminer.

### Méthodologie

La technique de désorption thermique haute température proposée par GRS Valtech Onyx est retenue. L'unité de désorption est transportée via le tunnel de Fréjus et remontée sur un tarmac imperméabilisé spécialement construit sur le site. 6 équipes de tech-

niciciens spécialisés la font tourner 24 h sur 24 pendant 17 mois (septembre 2001 – janvier 2003). Un silencieux et un analyseur en continu de CO sont installés au niveau de la cheminée conformément à la réglementation italienne.

### Résultats

Les sols traités révèlent des concentrations en hydrocarbures inférieures aux objectifs imposés (100 ppm). Le rythme de traitement (environ 15 000 tonnes par mois) a permis de respecter le planning. Les équipes de maintenance de GRS Valtech Onyx ont limité au maximum les arrêts de la machine. Les règles de sécurité, du niveau de celles d'une raffinerie en activité, ont été respectées.



# DÉPOLLUTION DES SOLS : QUI PAIE ?

Estimé à 250 milliards \$ aux États-Unis, et entre 59 et 109 milliards € dans l'Union européenne – où la notion même de site contaminé varie d'un pays à l'autre – la remise en état des sols pollués coûte cher. Deux experts du cabinet d'avocats international Winston & Strawn font le point sur la responsabilité du pollueur du sol de part et d'autre de l'Atlantique : Vincent Sol, également président du groupe de travail sur les sites pollués créé sous l'égide du ministère de l'écologie et du développement durable, à Paris et Jennifer Nijman, spécialiste des stratégies de décontamination, à Chicago.



« Toute politique qui ne repose pas sur un minimum d'équité est vouée à l'échec. »

Vincent Sol  
Winston & Strawn

Depuis quand l'Union européenne se préoccupe-t-elle de la pollution des sols ?

« C'est récent. La protection du sol n'était pas une priorité du droit européen de l'environnement et chaque pays a développé sa politique. Mais depuis 2 ans, on constate une accélération et une multiplication des travaux sur cette problématique. La directive du 21 avril 2004 sur la responsabilité environnementale en ce qui concerne la prévention et la réparation des dommages environnementaux a été adoptée après 15 ans de débats. Pour les sols, elle s'applique aux pollutions à venir, à l'exclusion des pollutions passées – cela évitera sans doute des contentieux à l'américaine. Une directive spécifique sur les sols est à l'étude, suite à la Communication de la Commission sur les sols en avril 2002. Fait-on entrer directement le sol dans le champ du droit communautaire ? C'est la question qui se pose. Il y a aussi un projet de directive sur la protection des nappes souterraines qui interfère avec la problématique des sols pollués. »

Qu'est-ce qu'un sol pollué ?

« En France, il se définit en fonction des notions de risque et d'usage. Un sol est pollué s'il présente un risque d'incidence grave sur la santé humaine, celui-ci s'appréciant au regard de l'usage qui en est fait. Si la directive de 2004 ne prend pas en compte la vie du sol, elle retient la notion de risque pour la santé et pour l'environnement au sens large. La jurisprudence "Van de Valle" du 7 septembre 2004 de la Cour de justice européenne qui assimile des terres polluées à des déchets est quant à elle assez controversée. Elle conduit à penser que tout sol pollué devrait être évacué ou valorisé. Alors que, pas plus qu'un sol contenant des substances minérales, organiques ou chimiques n'est nécessairement pollué, un sol pollué n'est ipso facto dangereux pour la santé. »

Affirmé dans la directive de 2004, le principe du pollueur-payeur est-il efficace pour réparer les dommages ?

« Il revient à l'industriel de réparer la pollution des sols dont il est à l'origine. Mais cela ne résout pas tous les problèmes ! Quand le responsable de la pollution disparaît ou qu'il n'est pas solvable, la charge de la réparation est reportée sur les propriétaires ou les autorités publiques. La directive n'oblige pas à souscrire une assurance – les solutions proposées par les assureurs sont au demeurant restreintes – ni de contribuer à un fonds de compensation, le débat n'ayant pas été tranché sur ces points. Parfois aussi, la pollution est difficilement

imputable. Sur des sites, chimiques par exemple, où se sont succédés plusieurs exploitants, à qui la rattacher ? Serait-il juste de confondre pollution du sol due à une activité et pollution du site ? Il serait bienvenu de croiser la notion de pollueur-payeur avec celle d'équité. L'Europe canalise la responsabilité sur l'exploitant, mais le propriétaire n'a-t-il pas lui aussi des devoirs ? Il semblerait légitime de considérer si celui-ci est ou non de bonne foi. Quant aux dommages causés au sol qui trouvent leur origine dans des pratiques qui n'étaient pas répréhensibles par le passé, est-il équitable d'en faire assumer aujourd'hui la réparation à un industriel ? Toute politique qui ne repose pas sur un minimum d'équité est vouée à l'échec. Elle génère inévitablement une multiplication des contentieux. La pollution du passé relève aussi de la responsabilité collective, professionnelle ou publique. »

Quel effet préventif peut-on attendre de la directive de 2004 ?

« C'est davantage la réglementation relative aux installations classées qui est la clé pour éviter de reproduire les contaminations d'hier. La politique de rétention sous les cuves mise en œuvre dans les années 80 a par exemple été cruciale pour prévenir les pollutions chroniques. »

Propos recueillis par  
Monik Malissard.

« Actuellement, les entreprises prennent le problème en amont. »

Jennifer Nijman  
Winston & Strawn

À quel moment le problème des sites pollués a-t-il commencé à être abordé aux États-Unis ?

« L'attention s'est portée sur les sites fortement pollués en 1978, à propos du lotissement Love Canal où une série de pathologies a été attribuée à la grave contamination de terrains situés aux environs d'une décharge désaffectée. Cette affaire a débouché en 1980 sur l'adoption du Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA), mieux connu sous le terme de Superfund. Fondé sur le principe du "pollueur-payeur" le CERCLA concerne les sites susceptibles de rejeter ou d'avoir rejeté des substances dangereuses et détermine qui doit payer pour leur réhabilitation. Les responsables peuvent être le propriétaire ou l'exploitant actuel, celui qui l'était quand les substances dangereuses ont été stockées, celui qui les a transférées là, ou encore le transporteur lui-même. D'après la loi, chaque partie prenante est personnellement responsable



Friche industrielle du fondeur de cuivre en faillite CHEMETCO.

du coût global de l'assainissement du site. En pratique, quand il y a plusieurs parties potentiellement responsables, elles discutent entre elles pour se mettre d'accord sur les sommes qu'elles verseront chacune. Cette procédure n'existe que pour les sites gravement contaminés présentant des risques pour la santé humaine. »

Estimez-vous le mécanisme du Superfund suffisamment efficace ?

« En règle générale, cette loi parvient à un résultat aussi équitable que possible. L'Agence de protection de l'environnement (EPA) enquête d'abord sur l'ampleur du risque et peut décider d'inscrire le site sur la "National Priorities List". La loi incite les responsables identifiés à prendre en charge la réhabilitation. Si les parties coopèrent, elles finissent par ne payer que pour les déchets dont elles sont réellement responsables. Actuellement, la National Priorities List répertorie environ 1 230 sites. Plus de 220 sites ont été réhabilités en 20 ans. Au début des années 80, le CERCLA était fortement contesté. La remise en état d'un site pouvait prendre de 12 à 15 ans, et la période de surveillance, au moins autant. A la fin des années 90, la procédure ne dure plus que huit ans environ. De nos jours, les entreprises prennent le problème en amont. »

Que se passe-t-il pour les sites pollués qui n'entrent pas dans le champ du Superfund ?

« D'autres lois fédérales ou étatiques s'appliquent, généralement lors de la vente du terrain, ou quand il existe un risque de dissémination de la pollution. La plupart des États mènent des campagnes de mise en conformité volontaire des sites, auxquelles les propriétaires se soumettent pour obtenir une sorte de "quitus" facilitant la vente du bien. À l'origine, le procédé de réhabilitation était très contraignant : le sol devait pratiquement être remis dans son état initial. Actuellement, on raisonne en fonction des risques potentiels, les sols peuvent rester pollués s'ils ne sont aucunement susceptibles de causer une contamination (par exemple, s'ils sont situés sous un bâtiment et si la pollution ne se diffuse ni à la nappe phréatique ni ailleurs). La pollution peut être confinée ou recouverte, et l'usage du site est réglementé en fonction des

risques afin de n'exposer personne à la pollution.

De plus, en 2002, le Congrès a adopté un amendement au CERCLA, le "Brownfields Act", pour inciter à la reconversion des sites contaminés. Un "brownfield" – on les estime à 450 000 – est un terrain qui a été pollué et ne peut donc plus être utilisé ou est sous-utilisé. Le Brownfields Act cherche à réduire la part de responsabilité des propriétaires, promoteurs ou acheteurs potentiels. Les parties qui font un audit environnemental avant d'acheter le terrain et découvrent ensuite qu'il est pollué peuvent alors être considérés "acquéreurs innocents", non responsables. Idem pour les propriétaires ayant des voisins pollués : ils ne peuvent être poursuivis au titre du CERCLA. Enfin, un acquéreur potentiel d'un terrain qu'il sait contaminé peut entreprendre de se faire reconnaître comme "acheteur de bonne foi éventuel" et ainsi se prémunir de la responsabilité d'une contamination qu'il n'a pas causée. »

Comment les compagnies américaines abordent-elles la pollution et la réhabilitation de leurs sites en dehors des États-Unis ?

« Beaucoup considèrent que l'explosion de Bhopal a braqué les projecteurs sur leur comportement. Désormais, ces multinationales veulent être bonnes citoyennes du monde. Certaines choisissent d'appliquer les mêmes normes environnementales pour toutes leurs usines dans le monde entier et s'engagent dans la responsabilité sociétale. Même si les lois de certains pays en développement n'exigent pas des normes aussi strictes, les entreprises font tout en leur pouvoir pour éviter une tragédie comme celle de Bhopal, ou même de moindre ampleur. »

Propos recueillis par  
Elisabeth Aléry.



# LE STOCKAGE VIABLE DES DÉCHETS : ÇA EXISTE

Alors que les décharges non conformes doivent être au plus tard fermées en 2009 en Europe, partout dans le monde Onyx implante, aménage, exploite et contrôle ses centres de stockage de déchets avec des techniques qui permettent de préserver les sols et les nappes d'eau à long terme.

Onyx exploite plus de 150 centres de stockage de déchets (CSD) dont la capacité va de 6 000 tonnes à plus d'un million de tonnes de résidus par an. En 2002, la Division Propreté de VE se fixait pour objectif de traiter les lixiviats<sup>(4)</sup> dans la totalité de ses sites en exploitation<sup>(2)</sup> d'ici 2006 — l'objectif est aujourd'hui atteint à 96%. Dans la foulée, elle s'imposait des normes minimales pour le stockage des déchets dans le monde entier en vue de sauvegarder les milieux naturels dans les pays émergents où la réglementation est souvent peu contraignante. Leur application permettrait aux plus démunis de vivre dans un environnement préservé : elles correspondent à des investissements dont le coût et la technologie sont accessibles aux pays du Sud. « *Les solutions que nous développons doivent être, aujourd'hui comme demain, acceptables. Il n'est pas envisageable de traiter les déchets dans les conditions du passé. Anticipons ce qui pourrait nous être reproché dans une ou deux générations* » déclarait alors Denis Gasquet, directeur général d'Onyx. La protection des sols et des eaux contre l'infiltration des lixiviats est donc primordiale. Le savoir-faire d'Onyx en la matière se traduit dès le choix des sites et se prolonge au-delà de l'exploitation de ses installations. « *Bien avant la directive européenne de 1999 sur les décharges, la France a mis en place des réglementations qui sont devenues de facto des incitations au niveau mondial, et qui nous permettent*

*d'être l'un des leaders du marché »* souligne Philippe Belbèze, responsable du département "Connaissance" de Géolia, bureau d'études "centres de stockage" d'Onyx France.

## Des sites imperméables

La vérification de la qualité des sols est l'étape préalable à l'aménagement d'un CSD. Une étude est menée pour identifier les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des terrains, au moyen de sondages et de forages, certains descendant à plus de 30 mètres de profondeur. Cela permet d'identifier la nature et l'épaisseur des différentes couches géologiques et de déterminer la présence ou non d'une éventuelle nappe souterraine. Les sols argileux, marneux ou argilo-marneux constituent une barrière dite de sécurité passive. Si les terrains ne présentent pas des caractéristiques d'imperméabilité suffisantes (cf. encadré p. 20), leur niveau de protection est renforcé avec de la bentonite (une argile spécifique), des argiles rapportées ou des lés de géosynthétique bentonitique.

## Une barrière de sécurité

Cette couche de protection géologique ne devant pas être sollicitée, elle est doublée d'une barrière de sécurité dite active. Celle-ci comporte une géomembrane en PEHD (Poly-Ethylène Haute Densité) de 1,5 ou 2,5 mm d'épaisseur selon la nature des déchets — elle-même protégée par un géotextile anti-poinçonnement — ainsi qu'une couche drainante et des drains de récupération des lixiviats. La surface et les soudures de la géomembrane

sont contrôlées lors de la pose afin de réparer tout déchirement ou percement.

## Des rejets sous contrôle

Lorsque le CSD entre en exploitation, les lixiviats sont ainsi confinés dans un casier étanche. Acheminés, par gravité ou par pompage, vers des bassins de collecte étanches, ils sont ensuite traités, soit *in situ* par des procédés physico-chimiques ou biologiques ou par un autre dispositif, soit transférés à l'extérieur du site vers un outil de traitement. Une autre solution, innovante, consiste à réinjecter les lixiviats dans la masse de déchets afin d'en accélérer la dégradation et partant, d'intensifier la production de biogaz et d'améliorer les possibilités de valorisation énergétique (*technologie du bioréacteur ou Ecométhaneur®* - cf. Galiléo 3).

## Un programme de surveillance

Une fois remplis, les CSD sont fermés. Mais le site continue d'être contrôlé et ses rejets, traités — en général, pen-



Pose de géomembrane (CSD de Guangzhou Xingfeng).



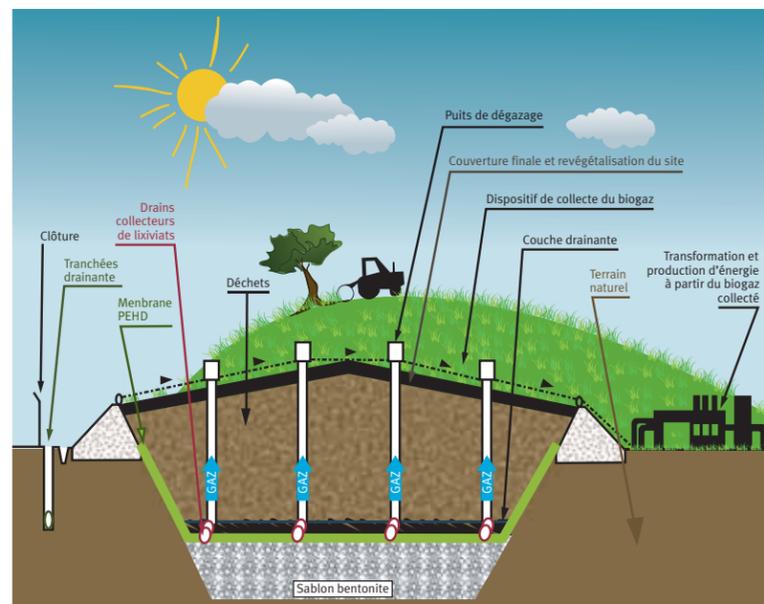
dant une vingtaine d'années d'exploitation, la masse de déchets se stabilise, accède à une forme de minéralisation et devient quasi-inerte. S'étendant sur plusieurs décennies, le programme de surveillance repose sur l'analyse des eaux de surface, des eaux souterraines et des lixiviats. Des échantillons sont prélevés à cet effet dans les puits de contrôle implantés autour des sites, dans les bassins de récupération des lixiviats, et sur les rejets après traitement des effluents.

Réintégré dans leur environnement, les CSD prennent la forme d'un léger dôme, avec une pente de 5 % au minimum pour que les eaux de pluie, au lieu de s'infiltrer, s'écoulent jusqu'à des fossés périphériques. Ces fossés sont particulièrement importants pour gérer les pluies d'orage dans les zones tempérées, et *a fortiori* les averses violentes et abondantes des zones tropicales. La couverture finale des CSD comporte généralement une couche d'1 m d'argile surmontée par une couche drainante et une couche de terre végétale d'au moins 20 cm d'épaisseur. Ainsi clos, ils peuvent être rendus à un usage commun : servir de pâture, être replanté d'arbres ou encore accueillir un terrain de golf.

E. A.

<sup>(1)</sup> Mélange de l'humidité des déchets et de l'eau de pluie contaminé par percolation à travers le massif des déchets.

<sup>(2)</sup> Sites dont Onyx maîtrise l'investissement.



Coupe d'un centre de stockage des déchets après fermeture - schéma de principe

## Les normes d'imperméabilité des sols

La protection des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines exige d'aménager les centres de stockage des déchets dans des sites imperméables. La base et les côtés d'un CSD doivent être composés d'une couche minérale dont l'épaisseur et le degré de perméabilité sont définis selon la nature des déchets.

En France, pour le stockage des déchets ménagers et assimilés, une couche d'1 m d'épaisseur et de perméabilité  $K = 1.10^{-9}$  m/s est imposée (cela signifie qu'une goutte d'eau a besoin de 30 années pour la traverser). Pour les déchets dangereux, elle est fixée à 5 mètres avec une perméabilité  $K = 1.10^{-6}$  m/s.

# 20 QUE FAIRE DES DÉCHARGES NON CONFORMES ?

**La directive européenne de 1999 définit les normes techniques pour le stockage des déchets en vue d'en prévenir ou d'en réduire les effets nuisibles pour l'environnement et la santé humaine. Elle prévoit une période de transition de 10 ans pour mettre les décharges de déchets ménagers en conformité avec ses exigences. Les sites non contrôlés qui n'obtiennent pas l'autorisation de poursuivre leur activité doivent être désaffectés et, le cas échéant, des mesures prises pour stopper leurs rejets polluants. Explications sur le processus de réhabilitation.**

Même désaffectée, une décharge est potentiellement nuisible. Non collectés, les lixiviats peuvent provoquer des pollutions des eaux de surface ou souterraines pendant plusieurs dizaines d'années après sa fermeture. En France, les scientifiques de l'Ademe

estiment qu'en moyenne le volume de lixiviats rejetés par une décharge non contrôlée est de l'ordre de 1500 m<sup>3</sup> d'effluents/an/ha. Pour autant, dans 90% des cas, le diagnostic montre l'absence d'impacts majeurs ce qui permet d'envisager une résorption

simple et peu coûteuse, avec des travaux de terrassement. Les déchets seront recouverts d'une couche de fermeture en argile et d'une couche de finition en terre. L'ensemble sera nivelé et profilé en dôme pour permettre l'écoulement des eaux pluviales.

Les ruissellements seront évacués par un fossé de ceinture vers le réseau hydrographique.

## La sécurité en premier

Pour les décharges problématiques, des travaux supplémentaires devront être effectués par des entreprises spécialisées pour, selon les cas, limiter les entrées d'eau, drainer les lixiviats — ou collecter le biogaz. L'installation d'une géomembrane en couverture renforcera si nécessaire l'imperméabilité du site. La pose de drains permettra de collecter les lixiviats afin de les traiter. Ces travaux seront complétés par la mise en place d'un système de surveillance à long terme.

## La nature revient

Dans tous les cas, la revégétalisation du site est importante pour la réussite de l'opération. Les spécialistes conseillent de procéder en 2 phases. Une couverture herbacée provisoire à base de légumineuses (luzerne et trèfle sur support argileux) maintenue et entretenue pendant 2 à 3 ans limitera les infiltrations et l'érosion des sols tout en facilitant l'intégration du site dans le paysage. La revégétalisation définitive pourra quant à elle associer une couverture herbacée (ray-grass, fétuque, paturin, agrostide...) à une éventuelle plantation d'arb-

## Love Canal : le scandale à l'origine de Superfund

La décharge de Love Canal (État de New York) a été utilisée pendant plus de 21 000 tonnes de déchets chimiques dont des pesticides, du chlorobenzène. Après sa fermeture en 1953, un lotissement de maisons individuelles et une école élémentaire sont construits à proximité. Dès 1960, les riverains commencent à se plaindre d'odeurs et de rejets. Ceux-ci s'aggravent avec la remontée de la nappe phréatique, l'eau contaminée allant jusqu'à affleurer à la surface. En 1978

et 1980, le Président Carter déclare 2 fois l'état d'urgence environnementale pour la zone de Love Canal. 950 familles doivent être évacuées d'un périmètre de 28 hectares. L'affaire aboutit à l'adoption du Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (Cercla), appelé plus couramment Superfund. Inscrit sur la National Priorities List en 1983, le site de Love Canal est réhabilité au terme de 20 années d'études et de travaux.

E. A.

res (aulne, robinier, bouleau, peuplier, saule...) à choisir en fonction de l'environnement végétal naturel. En cas de présence de biogaz, des précautions particulières sont nécessaires pour éviter l'asphyxie des plantations.

## Précaution d'urbanisme

Dernière étape, la conservation de la mémoire du site. Compte tenu des risques d'émission de biogaz et de tassement, la reconstruction sur un site de

décharge est à éviter. Certains lotissements construits dans les années 80 sur d'anciennes décharges sauvages se sont affaissés (jusqu'à plusieurs dizaines de cm par an) ou ont subi des dégagements de biogaz. Il est donc nécessaire que les parcelles concernées soient identifiées dans les documents locaux d'urbanisme de façon à éviter la réalisation d'aménagements incompatibles avec la présence de déchets.

L. T.

## Étude de cas : la réhabilitation de la décharge de Montchanin (Fr)

Situé en Bourgogne sur l'emplacement d'une ancienne carrière d'argile, le site pollué est composé d'une décharge de déchets industriels d'une superficie de 4,2 hectares et d'une décharge d'ordures ménagères d'environ 2,5 hectares en bordure d'étangs. Le 21 septembre 1989, le site est définitivement fermé suites aux nuisances générées par son exploitation et par des craintes de pollution des sols et de la nappe phréatique. GRS Valtech Onyx remporte l'appel d'offres international lancé pour sa réhabilitation totale.

## Déchets industriels

Un écran étanche en bentonite ciment est mis en place autour de la décharge (1600 m linéaires soit 5 500 m<sup>2</sup>) ainsi que des drains périphériques reliés au réseau de collecte des eaux de ruissellement. Deux puits verticaux et un réseau de 16 drains horizontaux (1600 m de longueur totale) situés sous la

décharge sont réalisés. Ces drains permettent de récupérer les lixiviats.

## Déchets ménagers

La base de la décharge baignait dans la nappe phréatique. Pour la mettre hors d'eau, l'étang est abaissé à son niveau d'étiage afin de réguler la nappe phréatique. En amont, un écran en bentonite ciment associé à un réseau de collecte des eaux de ruissellement est construit. La décharge est recouverte d'un revêtement géosynthétique étanche de 35 000 m<sup>2</sup> pour stopper la production de lixiviats par infiltration des eaux pluviales. Le biogaz produit par les déchets est capté par un réseau de collecte. Il est utilisé pour incinérer les gaz toxiques émis par la décharge de déchets industriels. L'ensemble des travaux, achevé fin 1996, est réalisé en 6 mois.

## Impact actuel

Fin 2004, soit 8 ans après sa réhabilitation, on constatait <sup>(1)</sup>:

- pour les eaux souterraines : la qualité de la nappe s'est légèrement améliorée, même si l'on relève ponctuellement des teneurs élevées en métaux dans certains puits de contrôle.

- pour les étangs : une teneur encore élevée en métaux dans 2 d'entre eux, en DCO (demande chimique en oxygène) pour l'un d'entre eux et des eaux de qualité très satisfaisante pour le 3<sup>ème</sup>.

- les quantités de biogaz recueillies sont de plus en plus faibles et continuent d'être incinérées dans des conditions techniques satisfaisantes, - la production de lixiviats ne diminue pas (ils sont expédiés pour traitement dans un centre spécialisé), - l'impact visuel et la quasi-totalité des impacts olfactifs ont été supprimés par le réaménagement et l'entretien du site.

<sup>(1)</sup> Source DRIRE <http://basol.environnement.gouv.fr>

# OUTIL DE PRODUCTION OU PATRIMOINE COMMUN DE L'HUMANITÉ ?

Ressource naturelle dégradée par l'agriculture intensive, le sol arable est en voie d'épuisement. Les Nations Unies s'en préoccupent. La Commission européenne a tiré la sonnette d'alarme en 2002 (cf. Galiléo 2). La préservation du capital productif des agriculteurs, de la principale source d'alimentation humaine et des écosystèmes terrestres plaide pour une agriculture durable. En agissant sur la tenue du sol, son activité biologique et sa fertilité à long terme, le compost fabriqué avec les déchets biodégradables y contribue.

Entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2005, la réforme de la politique agricole commune incite les agriculteurs européens à produire mieux plutôt qu'à produire plus. Elle conditionne l'attribution des aides à la production au respect de directives environnementales et dégage des fonds au bénéfice de pratiques respectueuses de l'environnement, telles la mise en place de bandes enherbées ou la diversité dans la rotation des cultures.

## Action sur la structure

La transformation des déchets organiques en amendements contribue aussi à préserver les sols. Par leur apport en matière organique<sup>(1)</sup>, les composts renouvellent l'humus, dont l'action principale est de garder la terre aérée, perméable et résistante à l'érosion. Agissant comme un liant des éléments terreux, l'humus participe au maintien de la structure et de la stabilité du sol. Tel une éponge, il retient l'eau et l'économise. Il retient par là même les pesticides et certains engrais et évite la pollution des rivières et des nappes phréatiques. « Pour qu'un sol conserve son taux d'humus, il faut lui apporter de la matière organique et pratiquer des techniques culturales simplifiées » explique Dominique Soltner<sup>(2)</sup>, agronome. « Le compost végétal est une source idéale d'humus. Il associe des bois d'élagage et de taille, qui améliorent les propriétés physiques du sol, et des tontes de gazon et des feuillages qui nourrissent les bactéries et les plantes. En co-compostant ces déchets verts avec des

déchets organiques riches en matières azotées, on obtient des produits à fort pouvoir humifère et nutritif. Cela valorise en outre des déchets encombrants tels fumiers, fientes, lisiers, boues, déchets des industries agro-alimentaires et des commerces. »

## Lutte contre l'effet de serre

Essentiel pour lutter contre l'érosion, l'apport de compost participe aussi à la lutte contre l'effet de serre. Selon l'IFEN<sup>(3)</sup>, la matière organique du sol, qui contient à l'échelle du globe environ 1 500 milliards de tonnes de carbone dans le premier mètre d'épaisseur, constitue le plus gros réservoir superficiel de carbone échangeable avec l'atmosphère. « Une augmentation de ce réservoir de 0,4 % par an stockerait autant de carbone que la combustion de carbone fossile en émet. »<sup>(4)</sup> Mais la balance entrées-sorties de matière organique est fortement déséquilibrée.

## Pratiques prédatrices

« En moyenne, un sol se constitue au rythme de 0,1 à 10 tonnes par hectare et par an. Quand il est cultivé, l'érosion peut dépasser 10 t/ha/an et même atteindre 700 tonnes comme en Afrique. Ce déséquilibre mène rapidement à un épuisement des terres » indique Nelly Pierre, du pôle Agronomique d'Onyx. Pour se nourrir, l'homme peut faire disparaître en un an ce que la nature mettrait une génération voire même un ou plusieurs millénaires à reconstituer. Complètement renouvelable, le compost peut réalimenter une ressource naturelle qui s'amenuise au rythme des ponctions humaines – et dont l'épuisement rend la terre stérile. La préserver,

c'est pérenniser la principale source d'alimentation de l'humanité. Les déchets susceptibles de nourrir le sol abondent. Encore faut-il les sélectionner et les valoriser.

## Retour à la source

« C'est plus qu'une complémentarité d'apporter du compost au sol poursuit Nelly Pierre. Son procédé de fabrication reproduit, en l'intensifiant, le cycle

## L'humus, ce liant qui rend la terre fertile

L'humus est un composé d'origine végétale, qui représente environ 90 % de la matière organique<sup>(1)</sup> du sol. C'est lui qui détermine la qualité biologique d'un sol et le rend cultivable. Pour bien comprendre la façon dont il se forme, il faut suivre le cycle de la vie végétale<sup>(2)</sup>. Les résidus végétaux sont décomposés par les champignons, les bactéries, les vers de terre et les insectes qui travaillent le sol. Une partie est minéralisée en quelque mois, libérant directement des éléments pour les plantes (azote, phosphore, soufre, potassium, magnésium, calcium, oligo-éléments). Une autre partie s'agglutine à l'argile du sol et met plusieurs dizaines d'années à se minéraliser : c'est l'humus. Il se compose principalement de lignine – le constituant du bois – et d'autres substances qui nourrissent les organismes du sol (sucres, cellulose et matières azotées).



de décomposition et d'humification des résidus végétaux. En restituant au sol une ressource sur laquelle les hommes ont puisé pour se nourrir, on boucle un cycle, conformément aux mécanismes de régulation de la nature. » Transformer le déchet en ressource naturelle, telle est la valeur ajoutée du composteur.

## 2 à 6 mois de fabrication

L'art de l'exploitant d'une plate-forme de compostage consiste à piloter, avec de l'eau, de l'air et de la chaleur, les phases de fermentation et de maturation des déchets qui, selon les mélanges, durent respectivement de 1 à 3 mois et de 1,5 à 2,5 mois. L'objectif étant de fabriquer un produit dont l'innocuité et la qualité agronomique



Depuis des millénaires, le laboureur enterre l'herbe avant d'installer une nouvelle culture. Tant que les animaux tirent la charrue, le labour reste superficiel. Mais avec le tracteur, il gagne en profondeur. En mettant sens dessus dessous la vie qui s'organise de façon très structurée sur les premiers 30 cm d'épaisseur, il détruit l'humus. Faisant moins appel au labour, l'agriculture de conservation a révélé la puissance de travail fournie par la faune du sol.<sup>(9)</sup>



## « L'utilisation du compost végétal est une innovation agronomique. »

Agronome, Dominique Soltner écrit depuis 35 ans des livres destinés à l'enseignement agricole et horticole – sur la production végétale, les techniques de culture simplifiées, l'élevage et l'écologie appliquée. Pour Galiléo, il évoque les bases d'une agriculture durable.

Le développement durable dans l'agriculture, cela signifie quoi ?

« Quels que soient les pays et leurs types d'agriculture, 4 exigences devraient être mieux prises en compte pour développer la vie du sol et respecter les équilibres biologiques : lutter contre l'érosion, qui est la première source de pollution des rivières et des plans d'eau ; stocker du carbone dans le sol, pour l'améliorer et participer à la lutte contre l'effet de serre ; valoriser les ressources naturelles que sont les résidus ligneux, les déchets d'élevage, agro-industriels et urbains ; limiter les intrants agricoles – engrais, dés herbants, phytosanitaires, machines. »

Comment s'y prend un agriculteur pour gérer le sol de façon durable ?

« En pratiquant une agriculture intégrée, c'est-à-dire qui tienne compte de son milieu, qui renouvelle la fertilité du sol en mettant à profit les pro-

cessus naturels de régulation. Elle est fondée sur la rotation des cultures, si possible associées à l'élevage, sur le recyclage des résidus organiques, l'utilisation raisonnée des engrais, la conservation ou le rétablissement des haies, talus et bandes enherbées, la prise en compte de l'action des insectes auxiliaires dans la lutte contre les parasites et le remplacement du labour par le semis direct. Tout ceci permet de mettre les cultures dans les meilleures conditions de croissance et de résistance et de placer les maladies et mauvaises herbes dans les conditions les moins favorables à leur prolifération. »

En quoi l'utilisation du compost végétal est-elle une innovation agronomique ?

« La forêt composte naturellement les branches et les troncs, d'où la fertilité que l'on sait. Mais, dans l'histoire de l'agriculture, si le bois a été utilisé comme fertilisant, c'est uniquement sous forme de cendres. Voilà pourquoi l'utilisation du compost végétal est d'une grande nouveauté agronomique ! À forte proportion de bois broyé, il est très riche en lignine et a une efficacité de longue durée sur la structure du sol. Si, dans les campagnes, les bois d'élagage étaient broyés plutôt que brûlés, ce serait un tournant très important pour lutter contre l'érosion des sols. »

Réalisés par Dominique Soltner, un guide agronomique, un guide paysager et un guide jardinier pour l'utilisation du compost végétal sont disponibles chez Onyx Orval – npierre@cgea.fr

répondent à des standards. Il est tiré parti de la complémentarité des matières pour optimiser leur décomposition. L'opération d'hygiénisation par élévation de température à plus de 55 ° est également cruciale pour supprimer les germes pathogènes. Quant à la phase de maturation, elle est déterminante pour délivrer un produit stable, à fort taux d'humus.

## Plusieurs types de compost

Le spécialiste du compostage n'est pas seulement un traicteur de déchet, il est aussi un fabricant qui écoule des produits sur un marché. Le compost doit répondre aux besoins des agriculteurs, plus précisément à ceux de leurs sols, au regard des cultures qu'ils accueillent. « Il n'y a pas un mais des composts, précise Nelly Pierre. Selon leur composition, leur mode de fabrication, leur affinage, ils ont des applications différentes. Les viticulteurs par exemple utilisent un compost finement criblé en entretien et un compost à maille plus grosse pour régénérer le sol en profondeur avant la plantation des ceps ». Un compost qui n'a pas atteint sa pleine maturité convient notamment aux champignonnières pour apporter de la chaleur. Alors qu'un compost complètement mûr s'adresse aux agriculteurs soucieux de la bonne tenue de leur sol sur le long terme. Après un incendie de forêt ou sur des terres agricoles brûlées, le compost aide aussi à remettre en route le fonctionnement biologique du sol, dont tous les organismes vivants ont été détruits. « On choisit son compost en fonction des effets que l'on recherche, soit stimuler à

“ En France, tous les composts produits par Onyx sont conformes aux normes actuellement en vigueur : NFU 44 095 (compost de boues et de déchets verts), NFU 44 051 (autres composts à effet d'amendements organiques) et NFU 42 001 (composts à effet d'engrais organiques). Huit composts ont en outre obtenu l'Ecolabel européen. Certains répondent aussi à des chartes de qualité régionales, en Rhône-Alpes et en Bretagne par exemple. ”

court terme la vie microbienne, soit entretenir les stocks de matière organique dans les sols et améliorer à plus long terme leur fertilité » souligne Maelenn Poitrenaud, responsable du pôle traitements biologiques/valorisation agronomique au CREED<sup>(6)</sup>.

## Un investissement de long terme

Variable selon les régions et les pays, l'accueil réservé au compost est encore timide. Comme tout chef d'entreprise, un agriculteur a des ratios dans la tête. « Un engrais, à la fin de la saison, cela a rapporté. Le compost, il faut attendre 3 ou 4 ans pour voir le résultat. L'agriculteur cherche un retour sur investissement immédiat » précise Boris Efremenko, directeur du service Exploitation Traitements biologiques d'Onyx. Ses bénéficiaires sont complémentaires et plus larges que ceux d'un engrais minéral, mais le recul manquait encore pour les quantifier. C'est désormais chose faite avec l'étude du CREED et de l'INRA<sup>(7)</sup> (cf. p 26). Le recours au compost nécessite de raisonner sur une autre échelle que celle du compte de résultat annuel – ce que la réforme de la PAC encourage. Sur le plan économique, il entretient le capi-

tal productif de l'agriculteur. Sur le plan environnemental, il préserve un milieu qui est le support de la plupart des écosystèmes terrestres et source d'une grande biodiversité (cf. article p. 4). Si la valeur vénale des terres agricoles pouvait tenir compte de leur

teneur en matière organique, la demande de compost s'en trouverait stimulée...

## La valeur fait le prix

Le prix est bien évidemment un élément clef dans la décision d'achat des

## À Alexandrie, Onyx fabrique près de 10 % de sa production mondiale de compost

Avec la mise en place de nouvelles capacités de traitement, le quart des déchets de la ville sera composté en 2005.

La filière compostage qu'Onyx développe dans le cadre de son contrat avec le Gouvernorat s'appuie en amont sur un gisement abondant. La poubelle des 4 millions d'Alexandrins se compose à 50 % de déchets organiques – le double environ du ratio des pays les plus industrialisés. En aval, le compost a une réelle valeur marchande. Les producteurs de fruits et légumes apprécient ses propriétés agronomiques et son rapport qualité-prix.

## 120 000 tonnes de compost/an

Le compost Onyx trouve essentiellement preneurs dans 2 régions où poussent oranges, bananes, mangues, goyaves, raisins, pêches, tomates et pommes de terre. « À l'est



d'Alexandrie, vers le delta, les vergers s'étendent sur des terres argileuses gagnées sur un lac il y a plus de 50 ans. De 10 à plusieurs centaines d'hectares, les exploitations sont déjà de grande taille pour l'Égypte. Elles appartiennent à des propriétaires individuels qui fertilisent leurs vergers et entretiennent leur patrimoine sol » explique-t-on chez Onyx Alexandria. « Au sud-ouest de la ville, où des centaines de milliers d'hectares ont été gagnés sur le désert, conglomérats industriels et propriétaires terriens exploitent des parcelles allant jusqu'à 5 000 ha. Sur ces sols sableux dépourvus de matière organique, les besoins en amendement sont potentiellement immenses pour pérenniser les cultures. »

## Un marché national

Le succès du compost s'explique aussi par les efforts de qualité et de commercialisation entrepris par les équipes d'Onyx. « Nous optimisons notre produit au vu de l'analyse mensuelle des paramètres agronomiques effectuée par le Laboratoire central d'Alexandrie et nous réfléchissons à la création d'un label de qualité Onyx. » Des journées portes ouvertes ont été organisées, des essais réalisés au champ et des enquêtes de satisfaction menées sur les produits – 2 types de compost sont commercialisés, l'un criblé à 50 mm, l'autre à 15 mm.

« En 2005, nous allons mener des suivis agronomiques et des études de sols pour mieux définir les besoins de nos clients et les accompagner. Nous mettons aussi en place un service livraison. Le développement de notre activité compost au niveau national est l'une de nos priorités » précise la direction d'Onyx Alexandria. De fait, les besoins de fertilisation sont grands en Égypte : dans la vallée du Nil, le barrage d'Assouan ayant interrompu en 1971 les crues et leurs dépôts limoneux, et dans le désert, dont la bonification des terres est un objectif gouvernemental.



agriculteurs. Le tout est de l'ajuster à ce qu'ils sont prêts à payer. « La valeur du compost, c'est la valeur qu'on lui reconnaît, s'exclame Boris Efremenko. Avant tout, pour bien vendre, il faut savoir parler agriculteur, sonder les besoins, expliquer les bénéfices, faire des essais sur le terrain. » C'est ainsi que le produit peut s'améliorer et se valoriser – à supposer aussi que les installations se modernisent et que les spécifications des déchets entrants soient plus fines. Onyx compte dans ses équipes des ingénieurs agronomes et fait appel à des experts pour sensibiliser les agriculteurs aux composts et à l'agriculture raisonnée.

### Techniques de conservation des sols

Agronome et agriculteur, rédacteur en chef de la revue TCS, Frédéric Thomas fait partie des spécialistes sollicités. Le CD Rom sur l'agriculture du carbone qu'il vient d'éditer sera distribué aux clients d'Onyx. Il y explique comment



Plus important producteur de déchets organiques après l'agriculture, le secteur agroalimentaire – industrie, grande distribution, marchés d'intérêt national – se prête aisément à des opérations de collecte sélective. En France, Onyx a mis en place une filière de valorisation de ce gisement, Biodiv, qui assure la traçabilité des lots depuis la collecte des déchets (fruits, légumes, fleurs, pain, viennoiseries, rayon traiteur, poissonnerie, produits laitiers) jusqu'à la livraison du compost.

progresser dans des systèmes de culture économiques, productifs et respectueux de l'environnement. Axées sur la suppression du labour, les tech-

niques culturales simplifiées (TCS ou techniques de conservation des sols) qu'il préconise relèvent d'une agriculture durable qui, selon Dominique

### L'effet d'un compost varie selon son degré de maturité

En partenariat avec l'INRA, le CREED a engagé en 1998 un programme de recherche sur 10 ans pour analyser la valeur agronomique de composts de déchets urbains. Grâce aux résultats de cette étude, et en fonction du type des sols, il est possible d'évaluer l'enrichissement en humus qui résulte de l'utilisation d'un compost Onyx.



« Qu'il soit presque ou tout à fait mûr, un compost de déchets organiques favorise la vie biologique du sol et améliore sa structure. Mais selon son degré de maturité, il le fait avec une intensité et une durée variables » explique Sabine Houot, directeur de

recherche à l'INRA. « Un compost qui n'est pas complètement stabilisé agit essentiellement à court terme, en dopant la vie microbienne. Un compost plus évolué agit quant à lui davantage à long terme, sur la stabilité de la structure du sol. »

### Plus un compost est mûr, plus il enrichit la terre en matière organique

L'étude du CREED et de l'INRA comporte un "essai au champ", sur une surface de 6 hectares semée alternativement de blé et de maïs. Au terme de 2 épanchages sur 4 ans, et à quantité égale de carbone apportée, l'augmentation de la matière organique du sol a varié du simple au double selon l'indice de stabilité biologique (ISB)\* des composts épanchés : + 5,3 % pour celui issu des ordures ménagères (ISB : 0,35), + 7,3 % pour un compost de biodéchets (ISB : 0,65) et + 10,3 % pour un compost de déchets verts et de boues d'épuration (ISB : 0,75). À comparer avec une hausse de 4,1 % pour la parcelle amendée avec du fumier (ISB : 0,52) et une diminution de 6,7 % pour la parcelle témoin non amendée. « La stabilisation est plus ou moins rapide selon les mélanges de déchets » précise Maelenn Poitrenaud, qui pilote l'étude côté CREED. « Plus les déchets sont riches en lignine, plus elle

est rapide. Mais dès lors que la phase de maturation est poussée à son terme, la matière organique des composts aura des caractéristiques similaires. »

### Presque stabilisé, un compost stimule davantage la faune du sol

L'effet "ver de terre" a aussi été mesuré. Il est plus sensible dans les parcelles enrichies avec du compost presque mûr. Au bout de 6 ans, on enregistre 400 vers de terre/m<sup>2</sup> pour le compost de déchets verts et de boues, soit un tiers de moins environ que pour le compost d'ordures ménagères (600/m<sup>2</sup>) – et 2 fois plus que la population de l'échantillon témoin ne recevant que des engrais minéraux (200/m<sup>2</sup>). Les vers de terre ont un double effet bénéfique. En broyant la matière organique apportée au sol, ils facilitent le travail de la microflore, ce qui accélère la libération d'éléments fertilisants. En creusant des galeries, ils améliorent les propriétés physiques du sol comme sa porosité ou son aération.

\* ISB : indicateur de proportion de matière organique "efficace", c'est-à-dire qui contribue à l'augmentation des stocks de matière organique des sols.

Soltner « réduit l'érosion, occasionne moins de dépenses, préserve l'eau et génère des produits de plus grande qualité » (cf. interview p. 24). Nées aux États-Unis dans les années 30, alors que le Dust-Bowl ruine des milliers d'hectares et de paysans du Cornbelt, elles y sont remises au goût du jour dans les années 70, érosion et recherche de productivité aidant. Développées en Amérique latine, elles rencontrent un écho en France depuis une petite dizaine d'années. Leur mise en place, qui passe par un changement dans les pratiques, les matériels et les mentalités, s'inscrit elle aussi dans la durée. Elle vise à valoriser un terroir plutôt qu'à le surexploiter. Elle infléchit les modes de production pour les rendre en harmonie avec la nature. En tenant compte du milieu vivant qu'est le sol – en le respectant et en tirant parti de son fonctionnement –, elle fait passer les agriculteurs de l'agrochimie à l'agronomie.

Monik Malissard



Outre son utilisation agricole, le compost redonne une base de fertilité à la terre urbaine malmenée par les opérations d'aménagement. Pour sa végétalisation, la Cité internationale de Lyon a utilisé un compost du groupe VE à base de boues d'épuration conforme à la norme NFU 44 095.

- (4) La matière organique du sol est constituée des organismes végétaux et animaux qui vivent sous terre et, en majeure partie, de leurs résidus. Source : IFEN.  
 (5) Dominique Soltner – Les bases de la production végétale, Tome 1, Le sol et son amélioration, 23<sup>e</sup> édition, 2003 – Les TCS : pourquoi ? – Les TCS : comment ? – Éditions Sciences et techniques agricoles.  
 (6) IFEN : Institut français de l'environnement.  
 (7) Jérôme Balesdent in Comptes rendus de l'Académie de l'Agriculture de France, 1999.  
 (8) CREED : Centre de recherches pour l'environnement, l'énergie et le déchet.  
 (9) INRA : Institut national de la recherche agronomique.

### « Achetable sur Internet, Pro Grow est livré gratuitement dans tout le Royaume-Uni. »

Fabriqué à partir des déchets verts des particuliers et des collectivités du Hampshire, Pro Grow est utilisé par les jardiniers, professionnels et amateurs, les paysagistes et les agriculteurs anglais, à raison de 35 000 tonnes par an. Directeur du compostage d'Onyx UK, Peter Mills évoque 8 ans de marketing.

### Comment expliquez-vous le succès de Pro Grow ?

« Dès l'ouverture de notre premier centre de compostage en 1996, notre objectif dépassait le simple traitement de déchets. Il était clair que nous devions être compétitifs sur le plan de la qualité et du prix et tenir compte de la volonté des utilisateurs d'acheter un produit écologique. Nous nous sommes fixé des standards de production avec des systèmes de contrôle qualité et de traçabilité. Nous avons aussi beaucoup travaillé pour recenser les différentes utilisations possibles de Pro Grow et leurs bénéfices. Il est aujourd'hui certifié par la Soil Association's Organic Standard (EC Regulation 2092/91). »

C'est aujourd'hui une marque connue...

« Pro Grow attire régulièrement l'attention des médias. Il est vrai qu'il est utilisé par des célébrités comme Pipa Greenwood, Alan Titchmarsh, Michael Heseltine et même Sting. Dan Pearson l'a employé pour son jardin qui a été primé lors du Chelsea Flower Show 2004. Nous avons aussi obtenu plusieurs prix. Pro Grow a été distingué en 2003 par l'association Green et par le National Recycling Awards et dernièrement par le prestigieux BCE (Business Commitment to the Environment). »



### Quels sont vos derniers développements ?

« Nous avons récemment enrichi notre gamme de produits avec 3 nouveaux composts, l'un à base d'écorces, un second à base d'écorces de pin et un troisième pour les pelouses. Actuellement, Pro Grow est commercialisé dans l'ensemble du Royaume-Uni. Nous le distribuons directement à nos clients, il est disponible chez les grossistes et nous avons passé un accord avec un réseau de 300 détaillants. Il est aussi possible de le commander sur Internet (www.pro-grow.co.uk ou www.cpl.co.uk) et de se le faire livrer gratuitement. »



À l'occasion de ses 50 ans, le Sir Harold Hillier Gardens (Ampfield), un parc de 90 hectares mondialement connu pour ses espèces végétales, a utilisé 1300 tonnes de Pro Grow pour réaliser des aménagements paysagers. Le choix du compost à la place de la tourbe a évité d'endommager des tourbières en voie d'extinction.



# LES MÉTAUX LOURDS EN QUESTIONS

Depuis l'Antiquité, les métaux, alliages et composés métalliques accompagnent l'essor de l'humanité. Leur usage s'est intensifié depuis le milieu de XIX<sup>e</sup> siècle avec la révolution industrielle. Certains d'entre eux se révèlent aujourd'hui particulièrement polluants.

## Le cadmium (Cd)

Dérivé de l'industrie du zinc, le cadmium entre essentiellement dans la fabrication de revêtements anticorrosion, de pigments de couleurs et d'accumulateurs (l'Union européenne vient de décider d'en restreindre l'utilisation dans les piles et oblige à la mise en place d'un système de collecte et de recyclage).

La pollution par le cadmium tient en premier lieu à l'utilisation intensive d'engrais phosphorés. Il se transmet facilement du sol à la végétation puis à l'alimentation humaine en se concentrant dans les feuilles des plantes (dont le tabac). Seconde source de pollution, les industries sidérurgiques et métallurgiques.

Historiquement, les contaminations dues à l'industrie minière et à la fonderie ont surtout affecté le Japon et Taiwan. En 1955, l'utilisation d'eau polluée par du cadmium pour irriguer des rizières a provoqué chez les consommateurs de riz des troubles osseux, parfois mortels (maladie d'Itai Itai). Par inhalation, où il est facilement absorbé, comme par ingestion, ce métal peut entraîner des atteintes rénales, pulmonaires, osseuses et avoir des effets cancérogènes. Outre les expositions professionnelles, la principale source de contamination de la population serait la fumée de cigarette.\*

\* [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## Le plomb (Pb)

Le plomb est principalement émis par les transports routiers, l'extraction minière et la métallurgie. Il est responsable du saturnisme. Connue depuis l'Antiquité, cette maladie provoque des troubles du système nerveux, des cas d'anémie et d'hypertension. Elle touche surtout les enfants vivant à proximité des mines de plomb ou dans des immeubles vétustes où des peintures au plomb ont été utilisées. Suite au retrait des additifs au plomb dans les carburants automobiles, aux États-Unis, en Europe et au Japon notamment, les émissions ont baissé à l'échelle planétaire.

## Le mercure (Hg)

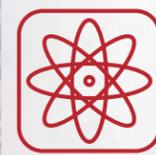
Parmi les principales sources humaines d'émission de mercure, on compte les centrales thermiques, les systèmes d'incinération des déchets mal maîtrisés, les cimenteries, les unités de production de chlore et de soude, l'extraction de l'or et les décharges sauvages. Les émissions de mercure ont fortement baissé ces dernières années avec les réglementations relatives au traitement des fumées. Des mesures visant à interdire ou limiter ce métal dans la fabrication des piles ou des thermo-

mètres en ont par ailleurs fortement réduit l'usage. L'Union européenne, qui représente plus du quart de la production mondiale de mercure envisage d'en interdire l'exportation d'ici 2011. Elle prévoit aussi de supprimer son emploi comme procédé électrolytique dans l'industrie chimique, de sécuriser le stockage des déchets qui en résultent, et de restreindre la commercialisation des thermomètres.

À fortes doses, le mercure peut être mortel. À doses relativement faibles, il peut endommager le système nerveux. Le plus grand empoisonnement s'est produit au Japon, après le déversement

accidentel de mercure par des usines d'engrais dans la baie de Minamata en 1956. La population se nourrissant en grande partie de produits de la mer, 2 264 cas d'intoxication ont été recensés dans les 15 ans qui ont suivi, dont 1 436 mortels. Aujourd'hui encore, les orpailleurs d'Amazonie introduisent chaque année 100 tonnes de mercure dans l'écosystème (soit le double de ce que les centrales électriques au charbon rejettent dans l'air aux États-Unis), contaminant les rivières et les populations qui se nourrissent essentiellement de poisson.

## Qu'est-ce que les métaux lourds ?



Dans le langage courant, l'expression métaux lourds désigne le cadmium, le cuivre, le chrome, le nickel, le plomb, le mercure...

Cette appellation ne repose ni sur un fondement scientifique, ni sur une interprétation juridique.

Certains de ces éléments chimiques, tels l'arsenic et le sélénium, ne sont pas des métaux. D'autres comme le zinc, qui présentent une masse volumique relativement faible ne sont pas lourds (densité supérieure à 5). Pour ces raisons, les scientifiques préfèrent parler d'éléments traces métalliques (ETM).

## Quelle est leur origine ?



Les teneurs en ETM mesurées dans le sol résultent d'abord de la nature de la roche qui lui donne naissance et des processus qui sont intervenus lors de sa formation.

Elles sont très élevées dans certains endroits du globe. Peuvent s'y ajouter les apports directs ou indirects liés aux activités humaines : agriculture intensive, rejets industriels, pollutions liées aux transports et épandage de boues de stations d'épuration. À la différence des métaux naturels présents le plus souvent dans le sol sous des formes chimiques inertes, les métaux d'origine anthropiques sont produits sous des formes très mobiles et réactives, nettement plus toxiques.

Les épandages d'engrais phosphatés (cadmium) et de lisiers (cuivre et zinc), causent de fortes pollutions locales. Ainsi, les vignobles et les zones d'arboriculture sont souvent contaminés par du cuivre. Les sols situés à proximité de centrales thermiques, d'usines métallurgiques, de décharges sauvages ou d'incinérateurs obsolètes peuvent aussi être pollués par des métaux lourds.

Les ETM se diffusent dans l'air en masses importantes. On retrouve par exemple du plomb dans les glaces de l'Arctique ou dans des lacs du Grand Nord canadien. Ses émissions proviendraient principalement de l'essence utilisée dans les transports. L'industrie pyro métallurgique est la source principale de rejets d'arsenic, de cadmium et de zinc. La combustion du charbon demeure quant à elle la première source d'émission de mercure.

## Quels risques posent-ils ?



Non dégradables, les métaux lourds s'accumulent dans tous les milieux et les organismes vivants. Ingréés en quantité

importante, ils deviennent toxiques et peuvent provoquer des troubles nerveux, des retards de croissance, des problèmes de développement, des

dérèglements sensoriels voire des cancers.

Leur toxicité dépend de leur état chimique (spéciation) et de leur capacité à être absorbés par les végétaux puis à passer dans la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme. À de fortes teneurs, le mercure, le chrome, le cadmium, le plomb, l'arsenic et le nickel sont les métaux les plus dangereux pour la santé, suivis du cuivre, du zinc et du vanadium.

## Qu'en est-il de la réglementation ?



La toxicité des ETM a conduit les pouvoirs publics américains et européens à réglementer les émissions atmosphériques, les rejets dans l'eau, l'épandage des boues ou la mise en décharge en fixant des teneurs limites. Celles-ci, tout comme la liste des métaux concernés, varient en fonction du secteur d'activité et des pays. En ce qui concerne les boues d'épuration et en application de la directive de 86 sur l'épandage des boues, les pays membres de l'Union Européenne ont adopté des valeurs limites pour les métaux lourds dans les sols. Dans certains cas ces valeurs dépendent du PH du sol (les pays scandinaves dont les sols sont acides et pauvres en argile ont fixé des seuils très bas). La fixation de ces valeurs seuils de même que la limitation des flux d'éléments traces épanchés sur 10 ans permettent de prévenir tout risque de contamination. L. T.

## Quels sont leurs seuils de toxicité ?



Comme pour tous les micro-polluants, la difficulté consiste à savoir à partir de quel niveau l'ingestion de métaux lourds crée des dommages. Quelles sont les quantités admissibles ou tolérables ? L'Organisation Mondiale de la Santé et un certain nombre de pays ont fixé des niveaux de sécurité pour la teneur de

certaines polluants dans les denrées alimentaires ou dans le sang « À l'exception du plomb, il n'y a pas d'accord général sur les doses à risque », estime toutefois l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) dans son rapport publié en avril 2001 sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. En l'absence de certitude, il semble opportun de limiter au maximum l'usage de ces éléments et de mettre en place des filières de collecte et de recyclage efficaces.

# LE RECYCLAGE : UNE ALTERNATIVE À L'EXTRACTION MINIÈRE ?

En 2004, les tensions sur les marchés de l'acier et des métaux non ferreux se sont répercutées sur les prix des matières recyclées, élargissant les possibilités de récupération. Malgré les fluctuations actuelles des cours, cette embellie ouvre-t-elle la voie à des modes de croissance plus respectueux de l'environnement ?

En 2004 la conjoncture économique a mis les métaux recyclés sous les feux de la rampe, au premier rang desquels les ferrailles. Elles font leur apparition dans le CyclOpe, la "bible" des marchés mondiaux de matières premières et de commodités. Leur prix s'envole plus vigoureusement que celui du minerai de fer<sup>(1)</sup> et le cours des ferrailles les moins cotées se valorise davantage que celui des plus prisées<sup>(2)</sup>. Conséquence de cette embellie, le marché s'assèche. Aux États-Unis, 1<sup>er</sup> producteur mondial de ferrailles, elles deviennent denrées rares. En Europe, les campagnes se sont vidées de leurs carcasses de voitures et de machines agricoles. Les particuliers se débarrassent de leurs vieux radiateurs. Un fonds dormant est épuisé. Certains évoquent la pénurie.

## La pompe aspirante chinoise

À l'origine de ce phénomène : les besoins chinois. Ils s'ajoutent à la forte demande de ferrailles de la Corée, de l'Inde, de l'Espagne et de la Turquie, alors que l'Ukraine et la Russie freinent leurs exportations et que les États-Unis réservent leur gisement pour leurs propres besoins. Premier consommateur mondial de matières premières, la Chine provoque des crispations sur les marchés (cf. *interview de Philippe Chalmin p. 35*). À supposer que les groupes miniers aient la volonté d'augmenter substantiellement leurs exportations en volume, leurs capacités d'extraction manquent d'élasticité — tout comme cel-

les du fret maritime<sup>(3)</sup>. D'où la flambée des prix et l'intérêt croissant pour les métaux recyclés. Malgré les fluctuations actuelles des cours, le boom qu'ils ont connu en 2004 annonce-t-il de profonds changements ?

## Une réalité industrielle

Les premiers objets en cuivre datant du V<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., il n'est pas déraisonnable de penser que le recyclage des métaux remonte à cette époque... À l'heure actuelle, il couvre une part significative des besoins industriels. Environ 45 % de l'acier mondial est produit à partir de ferrailles<sup>(4)</sup>. La sidérurgie classique à hauts fourneaux (filière à oxygène) en utilise lors du refroidissement de la fonte. La sidérurgie à arc électrique, qui représente un bon tiers de la production mondiale d'acier, s'approvisionne quasi exclusivement en ferrailles. Selon l'IIISI<sup>(5)</sup>, la demande de ferrailles augmenterait de plus de 30 % d'ici 2010. La métallurgie recourt aussi à la seconde fusion. Le taux d'utilisation de l'aluminium et du cuivre recyclés, les 2 autres métaux phares des sociétés industrielles<sup>(6)</sup>, est respectivement de 25 %<sup>(6)</sup> et 40 %<sup>(7)</sup>. Il atteint 30 % pour l'étain et 50 % pour le plomb<sup>(6)</sup>.

## La contrainte de la rareté

Alors que la rareté des minerais se fait jour, le recyclage prend une dimension stratégique. Le développement industriel de la Chine et de l'Inde laisse entrevoir le problème du partage des ressources — avant celui de leur épuisement. Aujourd'hui, 5 pays qui représentent 10 % de la population mondia-

le consomment entre 30 et 50 % des minerais<sup>(8)</sup>. À gisement égal de matières premières, l'émergence d'une nouvelle demande entraîne une pénurie. Fin 2004 au Japon, Nissan et Suzuki ont dû arrêter ponctuellement leurs chaînes de fabrication par manque d'acier. « La production d'acier a dépassé le chiffre record du milliard de tonnes. La croissance des besoins de matières crée une demande que l'extraction ne suffit plus à satisfaire. Pour y répondre, il faut augmenter le niveau de récupération » remarque Igor Bilimoff, relations institutionnelles pour le recyclage chez Soulier Onyx.

## Intérêt stratégique

Le recours accru au recyclage permettrait de poursuivre la croissance. Dans les pays les plus industrialisés, qui jettent en abondance des matériaux, il semble plus sain économiquement de mieux utiliser des ressources qui se

“ La production d'acier par la filière électrique consomme 4 fois moins d'énergie que la première fusion (et pollue 7 fois moins l'air), la production d'aluminium recyclé, 20 fois moins d'énergie et celle du cuivre, près de 7 fois moins. ”<sup>(9)</sup>



trouvent sous la main plutôt que payer de plus en plus cher, standards environnementaux obligent, pour les éliminer en tant que déchets. S'ils sont importateurs de minerais, cela allègerait leur balance commerciale et réduirait leur dépendance à l'égard des pays producteurs. Pour les pays dont la croissance décolle, le recyclage est un moyen de se développer à meilleur coût — en raison du prix des matières, de la consommation énergétique ou du montant des investissements que requiert leur fabrication, les produits de seconde fusion sont plus économiques. Très demandeurs de matières premières pour construire infrastructures, usines et bâtiments et fabriquer automobiles et équipements électroménagers, ils ne gênent cependant pas de déchets métalliques à la hauteur de leurs besoins — leur taux de récupération est élevé, mais leur gisement exploitable, de faible importance.

### Rééquilibrage des flux

« Dans le passé, les ferrailles ont servi à accompagner l'expansion d'économies fragiles ou émergentes » rappelle Claude Platier à la Federec<sup>(10)</sup>. « Les ferrailles américaines ont contribué à reconstruire la sidérurgie japonaise et à lancer la sidérurgie du SE asiatique... Les ferrailles françaises ont participé à l'essor de la sidérurgie espagnole... Aujourd'hui, le Vietnam, la Thaïlande ou l'Égypte développent leur sidérurgie sur l'importation de ferrailles...

On assiste à une inversion du cycle des matières premières. Au XIX<sup>e</sup> et au XX<sup>e</sup> siècles, pour s'industrialiser et assurer sa croissance, l'Occident a puisé dans les réserves de pays qui aujourd'hui puisent dans ses gisements pour se construire. Le commerce international des matériaux de récupération fermerait ainsi une boucle. « Conformément à la convention de Bâle, nous exportons uniquement des matières recyclées identifiées et standardisées » précise Igor Bilimoff.

### Réconciliation avec la Terre

En se substituant à des processus nuisibles à l'environnement, la réinjection de métaux "d'occasion" dans un cycle de production a aussi son intérêt écologique. À défaut de pouvoir dresser un bilan comparatif global avec l'industrie de première fusion, plusieurs éléments jouent en faveur du recyclage. Il épargne des ressources minérales non renouvelables. Il évite les dommages liés à l'exploitation minière — aux États-Unis, l'extraction des métaux génère la moitié du tonnage des produits chimiques toxiques rejetés dans l'environnement, soit 7 kg par habitant et par an<sup>(11)</sup>. Ses bénéfices s'analysent également au niveau du transport. Aux États-Unis toujours, le développement des aciéries électriques a redistribué l'implantation de la sidérurgie, jadis concentrée dans l'ouest de la Pennsylvanie : les "mini-mills", qui produisent la moitié de l'acier américain, fournissent les marchés locaux sur lesquels elles s'approvisionnent. La seconde fusion est en outre avanta-

« Il faut extraire 3 tonnes de minerai pour obtenir 1 tonne de fer, 4 tonnes de bauxite pour 1 tonne d'aluminium. Pour le cuivre, le rapport entre le minerai extrait et le métal produit est de 110. Il atteint 200 pour le zinc<sup>(11)</sup>. »

geuse du point de vue énergétique — avec un effet concomitant sur l'effet de serre — et consomme en général moins d'eau. Enfin, en appui d'un traitement spécifique, le recyclage réduit le potentiel de nuisances des produits en fin de vie. Il en va ainsi des piles, des tubes fluorescents ou des Déchets d'Équipement Électrique et Électronique dont le rejet de certains composants métalliques dans la nature est toxique.

Le développement du recyclage permettrait de desserrer la contrainte de la rareté et induirait des modes de croissance plus vertueux. Mais quelle élasticité présente-t-il à court terme pour répondre à la demande mondiale et, dans une perspective plus longue, jusqu'à quel point peut-il remplacer l'extraction minière ?

### Précieuses molécules neuves

« Pour un pays sans ressources minières, les déchets sont une alternative incontournable. Mais de là à dire que l'on peut se passer des métaux vierges, il y a un pas que les contraintes techniques les plus élémentaires empêchent de franchir » explique Christophe Véron de La Tribune de la sidérurgie. « Le métal est recyclable à l'infini, mais pas forcément pour les mêmes usages. Au fur et à mesure de son utilisation, il change de spécificité chimique. À un moment, il faut le doper en matière vierge ou le changer d'usage » précise-t-on chez Soulier Onyx. Un câble haute tension, un fil de cuivre, un carter ou une portière de voiture peuvent redevenir ce qu'ils étaient. En revanche, constituée de 3 alliages, une canette en aluminium trouve une nouvelle vie dans la seule désoxydation. Certains produits sidérurgiques ne s'accommodent pas du cuivre résiduel qui demeure dans



Le marché du plomb est sensible à la météo. Le temps que soit recyclé le plomb des batteries, nombreuses à succomber l'hiver, le printemps arrive avec sa baisse des cours.

les ferrailles. Les alliages d'acier réclament aussi des molécules neuves — de chrome pour éviter la corrosion, de silicium pour la dureté...

### Un autre regard industriel

N'ayant pas toujours les mêmes débouchés que les matières vierges, les matières de récupération ne peuvent, en l'état actuel des techniques, couvrir tous les besoins. Augmenter leur taux d'utilisation suppose des efforts d'innovation ainsi que des mutations industrielles, les métaux recyclés suivant des processus particuliers. « Au four

### Le recyclage des métaux, une industrie à part entière

Les métaux recyclés doivent répondre à un cahier des charges précis quant à leur présentation, leur densité et leur qualité. Il revient au récupérateur-recycleur de rendre les matières qu'il a collectées propres à la consommation des métallurgistes, sidérurgistes ou fondeurs. Préparant les matières rejetées à un nouvel usage, son métier dépasse le négoce. Il intègre la collecte, le tri, la composition de lots homogènes et leur conditionnement. Portée à un stade industriel, cette activité est de plus en plus capitaliste — un établissement de recyclage de ferrailles récemment ouvert en France a réclamé 50 M€ d'investissement —, les recycleurs cherchant à perfectionner leurs techniques de séparation pour optimiser les tonnages récupérés.

électrique, on fabriquait essentiellement des produits longs (rails, poutrelles, tubes, ronds à béton...) et des aciers spéciaux pour l'automobile. Dans les années 80, aux États-Unis, sous l'impulsion du sidérurgiste Nucor, la fabrication s'est étendue aux produits plats. Les Américains ont su exploiter leur gisement en faisant de la recherche pour améliorer la qualité des produits » constate Claude Platier.

### Des gisements à exploiter

Satisfaire la demande en quantité réclame par ailleurs d'exploiter davantage les "mines" de déchets métalliques. Difficile d'évaluer le surcroît de ressources qu'elles peuvent apporter tant les statistiques sur les taux de recyclage sont fragmentaires et les pratiques variables (cf. ci-contre). Les principaux gisements se trouvent dans les industries sidérurgique, métallurgique et manufacturière, et du côté des infrastructures et des biens d'équipement et de consommation arrivés en fin de vie : démolition des bâtiments industriels et tertiaires, démolition navale, machines-outils, accumulateurs, moteurs, véhicules hors d'usage, produits bruns, emballages, etc. « Quelles que soient les possibilités de valorisation, les industriels n'aiment pas les déchets. À production manufacturière égale, on voit reculer les volumes de chutes neuves. Cette tendance lourde devrait s'accroître en Europe occidentale en raison du poids accru de la législation environnementale et... des délocalisations », remarque Christophe Véron.

### Les opportunités du marché

Quant aux matériaux qui relèvent de l'industrie de la récupération, tous ne sont pas actuellement recyclables,



En 2004, le Baltic Exchange annonce le lancement d'un indice des navires à la ferraille.

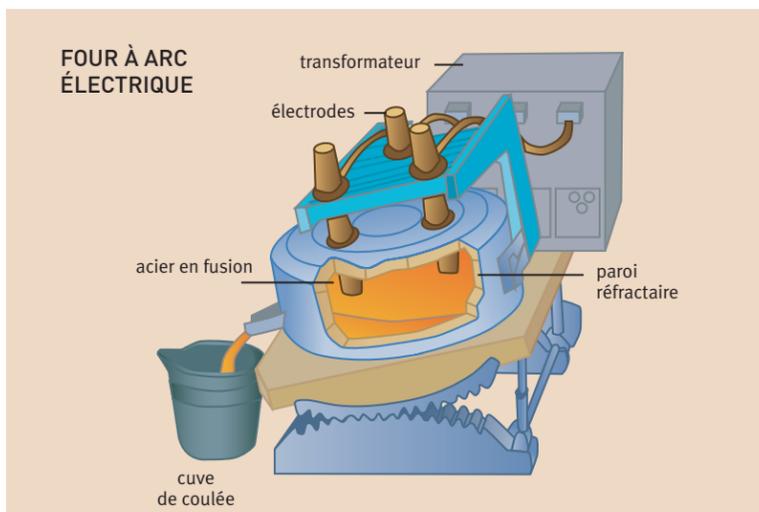
### Qui recycle et combien ?

Aux États-Unis comme en Europe, le taux de recyclage des éléments métalliques des Véhicules Hors d'Usage avoisine 100%<sup>(12)</sup>. Aux États-Unis, le taux de recyclage de l'acier dans l'électroménager est estimé à 77%. Dans le bâtiment, il varie selon les types de matériaux : près de 95% pour les poutrelles et les tôles, 45% pour les tiges qui renforcent le béton<sup>(13)</sup>. En Europe, le secteur automobile et le bâtiment recyclent 95% de l'aluminium qu'ils consomment (ils absorbent 60% de l'aluminium consommé en Europe)<sup>(14)</sup>. Pour les canettes, le taux de recyclage est de 46% en Europe<sup>(14)</sup>, 63% aux États-Unis, 77% au Brésil (leur récupération emploie plus de personnes que l'industrie automobile) et 79% au Japon<sup>(15)</sup>.

pour des raisons techniques, financières ou écologiques : trop grande dispersion des gisements, complexité de leur composition (alliages de métaux et de céramiques par exemple), collecte en vrac rendant le tri difficile, traitement trop polluant. Avec une hausse des prix, il devient rentable de mener des opérations de valorisation qui n'étaient pas viables hier. « Le marché mondial est tiré par la demande explique Igor Bilimoff. S'il y a un appel de matière, les professionnels trouvent le volume : ils mettent en œuvre des capacités de collecte ainsi que des moyens technologiques pour répondre aux critères de consommation des industriels. » Une flambée des cours se traduit ipso facto par une élévation des taux de récupération.

### Le coût acceptable

La réduction des coûts du recyclage élargirait aussi les possibilités de valorisation. Elle est notamment à chercher en amont. « L'augmentation du taux de recyclage à des coûts acceptables implique de prévoir le recyclage des produits au stade de leur conception et fabrication, pour que les matières puissent être aisément dissociées, identifiées et recyclées. Dès leur naissance, il faut penser à leur mort ou à leur renaissance » écrit Catherine de Silguy dans Histoire des hommes et de leurs ordures<sup>(12)</sup>. Dans les démar-



Soumise à embargo dans les années mussoliniennes, c'est dans une situation de pénurie de matières premières que l'Italie invente la sidérurgie électrique.



ches d'éco-conception, Onyx peut apporter son éclairage de spécialiste du traitement des déchets afin que les produits en fin de vie soient plus faciles à recycler. De nombreux acteurs et observateurs du marché estiment que la loi de l'of-

fre et de la demande ne suffit pas à évaluer tout l'intérêt du recyclage, d'autant que son développement induit des révolutions culturelles et des mutations du tissu industriel. Ils préconisent des interventions de la puissance publique pour orienter les décisions économiques dans un sens plus favorable à

l'environnement (cf. interview Lester R. Brown). On remarque que, attractifs, les prix des produits métalliques issus de la récupération incitent déjà à l'achat écologique alors même que le recyclage des métaux obéit pleinement aux lois du marché – toutes les matières collectées, transformées et commercialisées ont une valeur de reprise. Sans doute est-ce sa viabilité économique qui lui assure depuis quelques millénaires sa pérennité.

M. M.

<sup>(4)</sup> Le prix moyen des ferrailles a doublé sur 3 ans, s'établissant en 2004 entre 150 et 200 €/t selon la qualité (Source UCCF). Dans le même temps, le prix du minerai de fer a augmenté de 40 % environ, s'établissant à 39\$/t. (Sources : CyclOpe 2004, Bloomberg).  
<sup>(5)</sup> L'écart entre les tournures 41 acier mélangées et les ferrailles déchiquetées est passé de 75 % en 2002 à 30 % en 2004 (UCCF).  
<sup>(6)</sup> Le parc maritime actuel est utilisé à plus de 96 % et peu de nouveaux bateaux sont attendus avant 2008 (CylOpe 2004). Il faut environ 2 ans pour que le développement des capacités des groupes miniers réponde au surcroît de

### « Il faut faire dire au marché la vérité écologique. »



Fondateur du World Watch Institute, président de l'Earth Policy Institute ([www.earth-policy.org](http://www.earth-policy.org)), Lester R. Brown appelle à construire une éco-économie, une économie écologique et durable. Il décrit ici les voies à emprunter pour restructurer l'économie des matériaux afin d'arrêter de détériorer la planète, tout en poursuivant la croissance.

produits faciles à démonter et à recycler, supprimer les conditionnements jetables pour les boissons, repenser les processus de production afin de réduire la création de déchets – regrouper par exemple certaines usines, les déchets des unes servant de matières premières aux autres. Il faut aussi développer et utiliser des technologies qui exigent moins de matériaux – l'Institut facteur 10 estime qu'il est possible d'en réduire la consommation de 90 %.

#### Comment favoriser l'évolution vers une éco-économie des matériaux ?

« Le défi est de parvenir à ce que les prix reflètent la vérité écologique. Le recyclage obligatoire, comme l'a fait le Japon pour les appareils électroménagers, incite fortement à concevoir des produits peu coûteux à démonter. Une autre initiative efficace serait de supprimer toute subvention aux activités nuisibles à l'environnement – en France et au Canada, l'industrie de l'aluminium obtient l'électricité à un tarif préférentiel – et d'augmenter leurs prélèvements. L'impôt sur l'utilisation des combustibles fossiles ou sur l'enfouissement des déchets aide le marché à dire la vérité écologique. Il est aussi possible d'utiliser la puissance d'achat publique. Lorsque l'administration Clinton a imposé un taux minimal d'achat de papier recyclé aux institutions de l'État, le marché du papier recyclé a fait un bond considérable, le gouvernement américain étant le plus grand acheteur mondial de papier. Notre économie détruit lentement les systèmes naturels qui l'alimentent. Si nous voulons que le progrès se poursuive, il n'y a pas d'autre solution que de renverser notre mode de pensée économique pour concevoir l'économie en fonction de l'environnement et non l'inverse. Nous devons admettre que l'économie fait partie de l'écosystème de la Terre. »

\* dont 20 milliards de tonnes de pierre, sable et gravier.

#### Pourquoi faut-il réorganiser l'économie des matériaux ?

« Depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, l'évolution de l'économie mondiale a été déterminée par les concepts de l'obsolescence planifiée et des produits jetables, pensés comme un moyen de promouvoir la croissance et l'emploi. Plus les objets s'useraient vite, plus on pourrait les jeter tôt, et plus la croissance serait rapide. Ce mode de développement a fait de notre époque "l'âge du matériau", une ère de l'excès qui se caractérise par le volume des matériaux consommés. Dans le monde entier, nous en traitons ou consommons 26 milliards de tonnes\* par an. Dans la nature, les flux linéaires à sens unique ne survivent pas longtemps. Ils ne peuvent donc survivre longtemps non plus dans l'économie humaine, puisqu'elle fait partie de l'écosystème de la Terre. Cela implique de remplacer le modèle linéaire actuel par un modèle cyclique imité de la nature, qui ferme la boucle. »

#### Que préconisez-vous pour être davantage en phase avec la nature ?

« Parmi les principales solutions envisageables, le remplacement des industries minières par des industries de recyclage permettrait à une économie industrielle mature, avec une population stable, de vivre en grande partie sur les matériaux déjà en circulation. Il faut concevoir des

### Aux États-Unis, Onyx utilise des déchets toxiques pour recycler des boues métalliques

À Valparaiso (Indiana), l'usine d'Onyx Environmental Services fait du recyclage à deux niveaux. Elle traite les boues industrielles issues de la transformation de l'aluminium et du plaquage des métaux pour récupérer le cuivre, l'aluminium et les métaux précieux qu'elles contiennent. Dans son processus même de recyclage, elle utilise pour leurs propriétés corrosives et acides, à la place de produits vierges. Ainsi réintroduits dans un cycle de production, boues métalliques et résidus toxiques ne sont plus qualifiés de déchets dangereux et n'entrent plus dans le champ du Resource Conservation Recovery Act (RCRA). Aux termes de cette loi fédérale, les entreprises doivent stocker, transporter et traiter leurs déchets dangereux de façon sûre et réparer les dommages environnementaux causés par une gestion inappropriée. En les confiant à Onyx, ils se libèrent de leur logistique et des coûts qui s'y rattachent.

demande (Federec).  
<sup>(4)</sup> En 2004, la filière électrique a utilisé 400 Mt de ferrailles. La filière à oxygène, qui représente les 2/3 de la production d'acier (1000 Mt) a dû en utiliser 60 Mt environ pour la mise au mille – à raison de 100 kg/t d'acier (Sources : Federec, IISI – International Iron & Steel Institute).  
<sup>(5)</sup> Production mondiale de minerai de fer : 1130 Mt, d'aluminium : 28 Mt, de cuivre : 11 Mt (CyclOpe 2004).  
<sup>(6)</sup> Source CyclOpe 2004.  
<sup>(7)</sup> Source Outokumpu Copper.  
<sup>(8)</sup> 5 pays (All, Fr, Jap, UK, US) représentent 10 % de la population mondiale (188 autres pays) et 30 % de la consommation mondiale de fer, 35 % de l'acier, 40 % du zinc, et environ 50 % pour l'étain, le cuivre, l'aluminium et le nickel (Source PNUE – University of Minnesota).  
<sup>(9)</sup> Bureau International du Recyclage.  
<sup>(10)</sup> Fédération de la récupération, du recyclage et de la valorisation.  
<sup>(11)</sup> Eco-économie, une autre croissance est possible, écologique et durable – Lester R. Brown – Seuil 2003.  
<sup>(12)</sup> 1996 – Le cherche midi éditeur.  
<sup>(13)</sup> Commission européenne.  
<sup>(14)</sup> Agence européenne de l'environnement.  
<sup>(15)</sup> Le recyclage des matériaux – Que Sais-je – Puf – 1998.



Le recyclage des pots catalytiques se justifie autant pour la dépollution que l'économie de matériaux. Leur teneur en métaux rares (platine, palladium, rhodium) est environ de 2kg/t contre 20 g/t en moyenne dans les minerais <sup>(15)</sup>.

### « Il est stratégique d'exploiter les mines de déchets métalliques. »

Professeur à l'Université Paris-Dauphine, fondateur du Cercle CyclOpe, spécialiste des marchés mondiaux de matières premières et de commodités, Philippe Chalmin livre son analyse sur le boom 2004 des métaux recyclés.

#### Que représente la Chine dans la croissance de la demande mondiale de métaux ?

« Une part considérable ! Elle est le principal facteur explicatif de la montée des cours en 2004. La croissance de ses besoins se poursuit sur un rythme accéléré. Elle se traduit par le développement de la production interne et des importations. En 2003, la Chine représentait 23 % de la production mondiale d'acier contre 2 % en 1950. Elle fabriquait 19 % de l'aluminium produit dans le monde contre 3 % en 1980. En 2004, sa production d'acier a progressé de 23 % et celle d'aluminium, de 21 %. Elle importe tout à la fois de l'acier, des minerais et des matières recyclées. Ses importations de fer ont été multipliées par 2,5 entre 2000 et 2004. Celles de ferrailles et de métaux non ferreux recyclés ont augmenté de 15 à 30 % en 2004. »

#### Comment cela se traduit-il dans les échanges internationaux ?

« Il y a aujourd'hui de véritables marchés internationaux des matières recyclées. En 2004, 29 % des ferrailles ont fait l'objet de transactions internationales contre 23 % en 1998. De 1998 à 2004, les ferrailles broyées sortant de l'Union européenne ont doublé. Il ne s'agit pas de déchets, mais de produits qui ont une valeur marchande. Signes tangibles de leur nouvel intérêt stratégique, la demande (non satisfaite) des sidérurgistes américains de taxer les exportations pour protéger leur gisement national et les limites à l'exportation fixées par la Russie et l'Ukraine. Le recyclage des déchets est l'industrie stratégique du 21<sup>e</sup> siècle. Les flux sont considérables. Selon l'IISI, le marché des ferrailles devrait atteindre 388 MT en 2010 soit, sur la base de 200 \$ la tonne, 80 milliards \$. Je connais peu de matières premières dont les échanges mondiaux atteignent cette valeur. »

#### Les matières premières vont-elles devenir une ressource chère ?

« Demain sera différent d'aujourd'hui, c'est la seule certitude ! Les marchés de commodités, liés aux aléas de l'offre et de la demande, se caractérisent par l'instabilité, les prix ayant une fonction d'ajustement. Ils sont marqués par des vagues de fond de 25 à 30 ans qui rythment les cycles de l'investissement. Une flambée des cours

met un terme à une phase d'absence d'investissement et relance le développement des capacités. Les prix se réajustent alors lentement à la baisse. Le prix du fer a augmenté de 18,6 % en 2004 et les premières négociations de prix pour 2005 se sont soldées par des hausses de 71,5 %. Le prix des ferrailles a doublé en 3 ans. Nous sommes aujourd'hui à un pic de tension, comme en 1974, qui peut-être va durer une décennie, le critère de rareté pouvant s'imposer un peu plus. »

#### Certains minerais sont-ils en voie d'épuisement ?

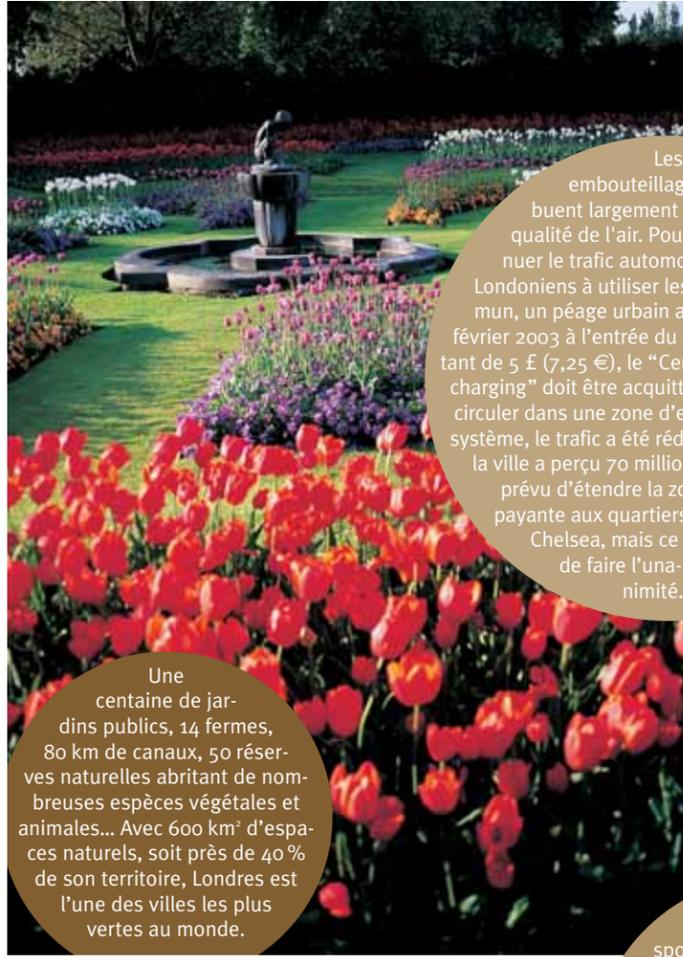
« Pour les principaux métaux, nous n'avons pas d'inquiétude sur les 21<sup>e</sup> et 22<sup>e</sup> siècles. Si l'approvisionnement en platinoïdes pourrait poser un problème, c'est du fait de leur localisation, en Afrique australe et en Russie. Le progrès technologique permettra d'exploiter de nouveaux gisements. Mais il s'agit d'investissements lourds. Le recyclage, surtout pour les pays qui ont épuisé leurs ressources minières, est une nécessité. Les vieux pays industrialisés, fort producteurs de déchets, ont des gisements de matières premières dont l'exploitation revêt un intérêt stratégique majeur, pour des raisons d'environnement et d'économie des marchés. »

Propos recueillis en janvier 2005



# RETHINKING RUBBISH IN LONDON

Réputée pour ses espaces verts, Londres l'est aussi pour son engagement en faveur de la protection de l'environnement. Reportage en images sur les activités d'Onyx dans 7 quartiers de cette "world-class city" de 7,3 millions d'habitants qui attire plus de 11 millions de touristes à l'année.



Les embouteillages contribuent largement à la mauvaise qualité de l'air. Pour tenter de diminuer le trafic automobile et inciter les Londoniens à utiliser les transports en commun, un péage urbain a été mis en place en février 2003 à l'entrée du centre-ville. D'un montant de 5 £ (7,25 €), le "Central London congestion charging" doit être acquitté de 7 h à 18 h 30 pour circuler dans une zone d'environ 21 km<sup>2</sup>. Avec ce système, le trafic a été réduit de 16 % en un an et la ville a perçu 70 millions £ (101 M €). Il est prévu d'étendre la zone de circulation payante aux quartiers de Kensington et Chelsea, mais ce projet est loin de faire l'unanimité.

Une centaine de jardins publics, 14 fermes, 80 km de canaux, 50 réserves naturelles abritant de nombreuses espèces végétales et animales... Avec 600 km<sup>2</sup> d'espaces naturels, soit près de 40 % de son territoire, Londres est l'une des villes les plus vertes au monde.



En mars 2004, Onyx sponsorise la campagne "A cleaner London is up to you" lancée par la mairie. Dans les rues, dans la presse, au cinéma et à la radio, la publicité rappelle aux Londoniens qu'il n'existe pas de solution miracle pour les déchets et les incite à un comportement plus responsable. Il dépend d'eux que leur ville soit plus propre.



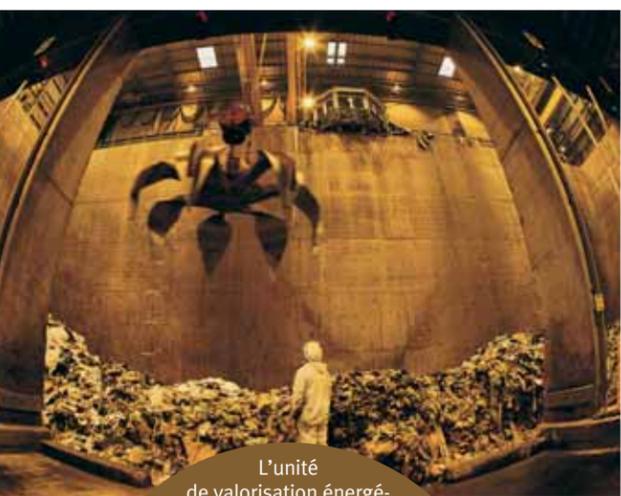
Londres produit suffisamment de déchets pour remplir une piscine olympique en une heure ! Leur collecte et leur traitement sont devenus un problème environnemental majeur. À travers sa stratégie "Rethinking rubbish in London", le maire Ken Livingstone projette de résoudre la question d'ici 2020. L'idée est de gérer les déchets d'une manière plus durable, en récupérant les matières premières tout en protégeant l'environnement et la santé publique. Selon ce programme, 25 % des déchets ménagers seront recyclés fin 2006.



Onyx travaille pour la City of Westminster depuis 1995. Dans le cœur de Londres qui attire chaque jour 1 million de touristes et visiteurs, la collecte des déchets ménagers et le nettoyage urbain s'effectuent 24 heures sur 24. Un service qui requiert plus de 750 personnes, dont 60 % sont agents de nettoyage, et 233 véhicules. De 12 % en 2003, le taux de recyclage doit atteindre 18 % en 2006. Une filière de compostage des déchets verts a été organisée et les points d'apport volontaire des déchets ménagers, multipliés.



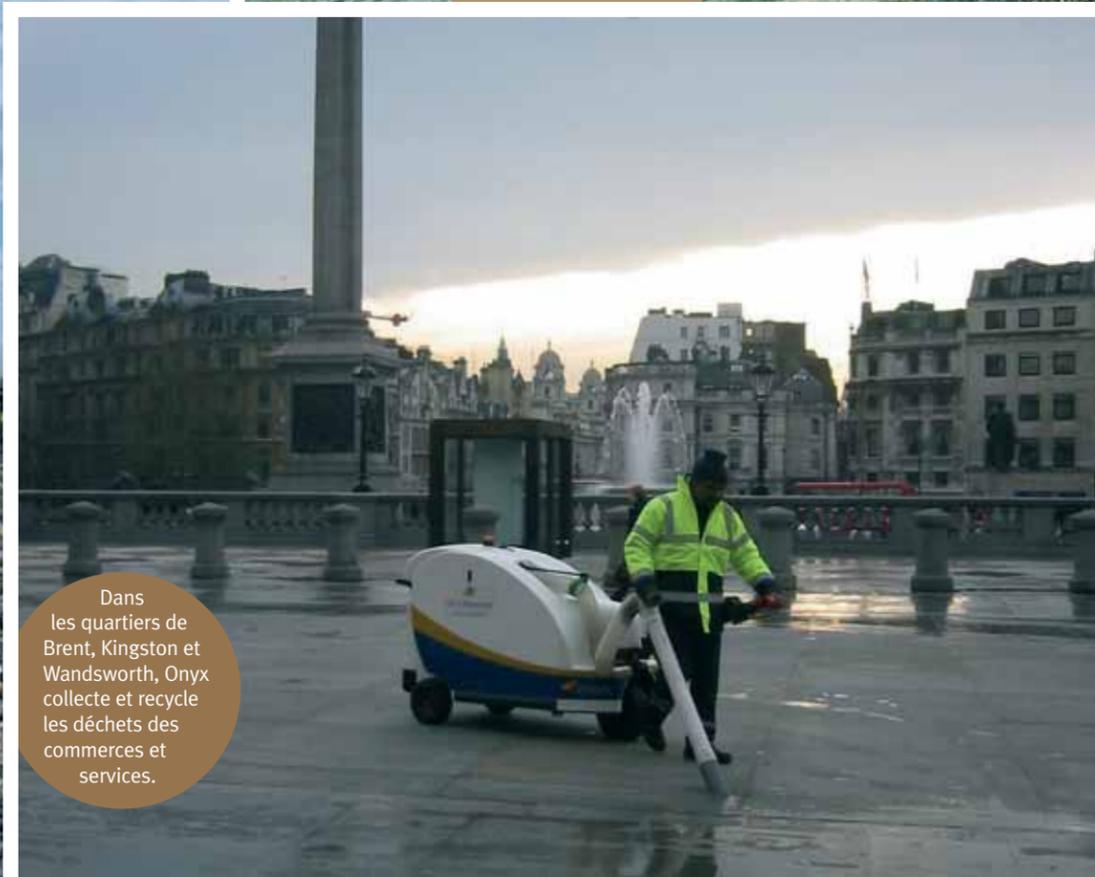
Sur son site de Redbourn, Onyx peut traiter 40 000 tonnes de déchets liquides à l'année. Ses équipes interviennent auprès des industriels pour des opérations de maintenance (décapage haute pression, pompage, nettoyage de cuves...) et en cas de pollution chimique accidentelle.



L'unité de valorisation énergétique de SELCHP (South East London Combined Heat & Power) traite 420 000 tonnes de déchets par an, dont 35 % proviennent du seul quartier de Westminster. Elle alimente en électricité 35 000 foyers environ, via le réseau du groupe National Grid. Environ 150 000 tonnes de déchets/an transitent par le centre de transfert de Brent, au nord-ouest de Londres, avant d'être acheminés dans les centres de stockage périphériques de Gerrards Cross et Springfield.



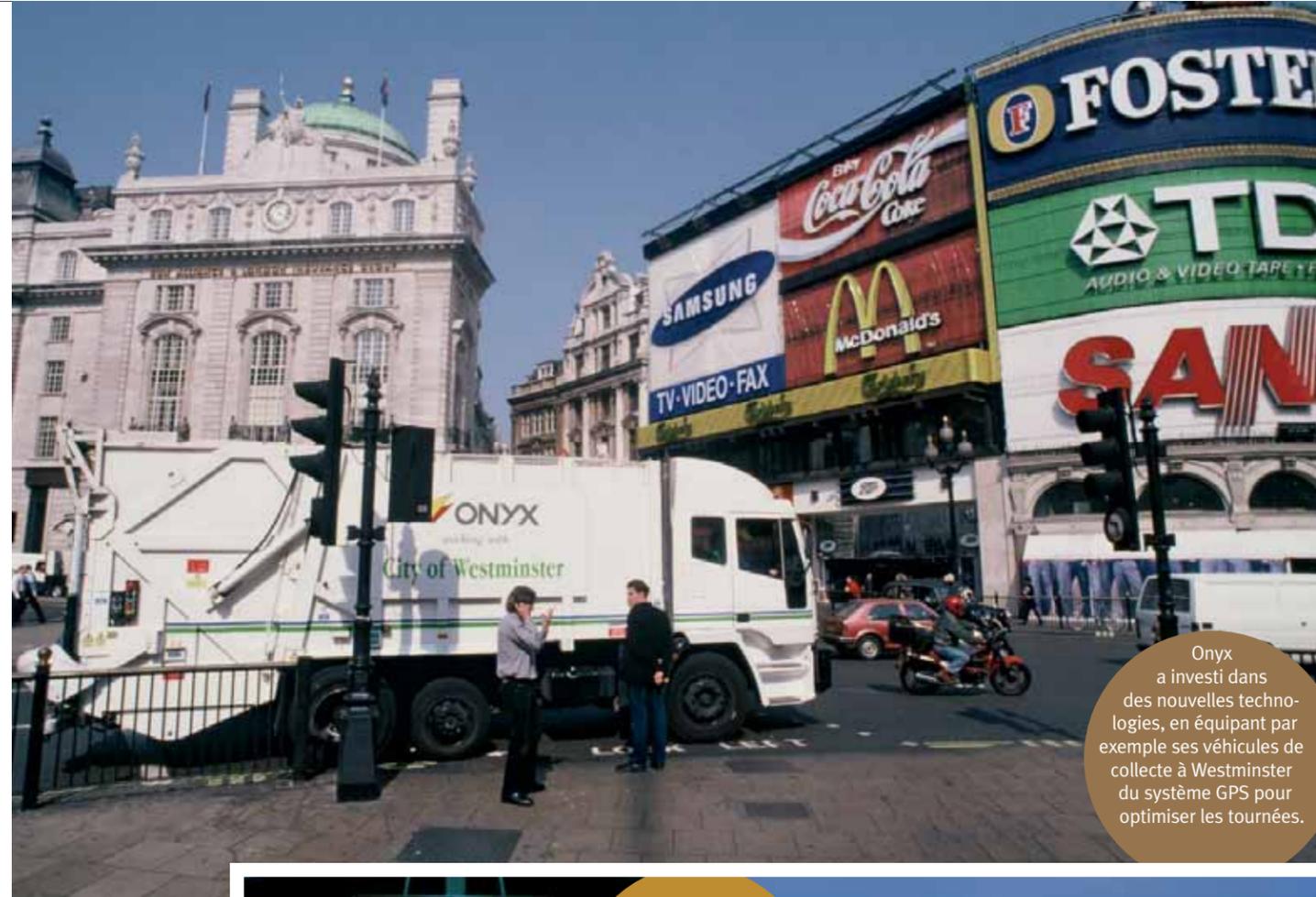
Dans les quartiers de Brent, Westminster, Camden et Bromley, Onyx collecte, recycle ou traite à l'année quelque 700 000 tonnes de déchets produits par 1 million d'habitants.



Dans les quartiers de Brent, Kingston et Wandsworth, Onyx collecte et recycle les déchets des commerces et services.



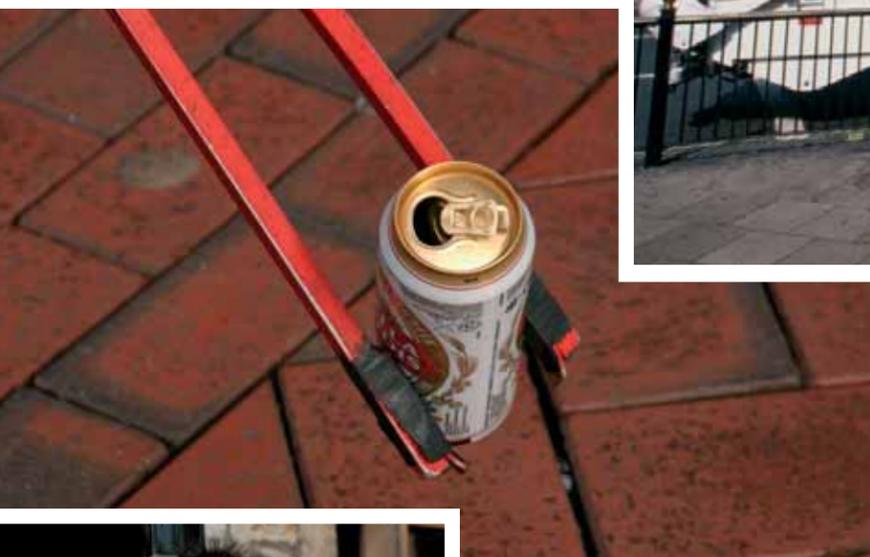
Sur l'aéroport d'Heathrow, Onyx effectue des prestations de nettoyage des chaussées extérieures.



Onyx a investi dans des nouvelles technologies, en équipant par exemple ses véhicules de collecte à Westminster du système GPS pour optimiser les tournées.



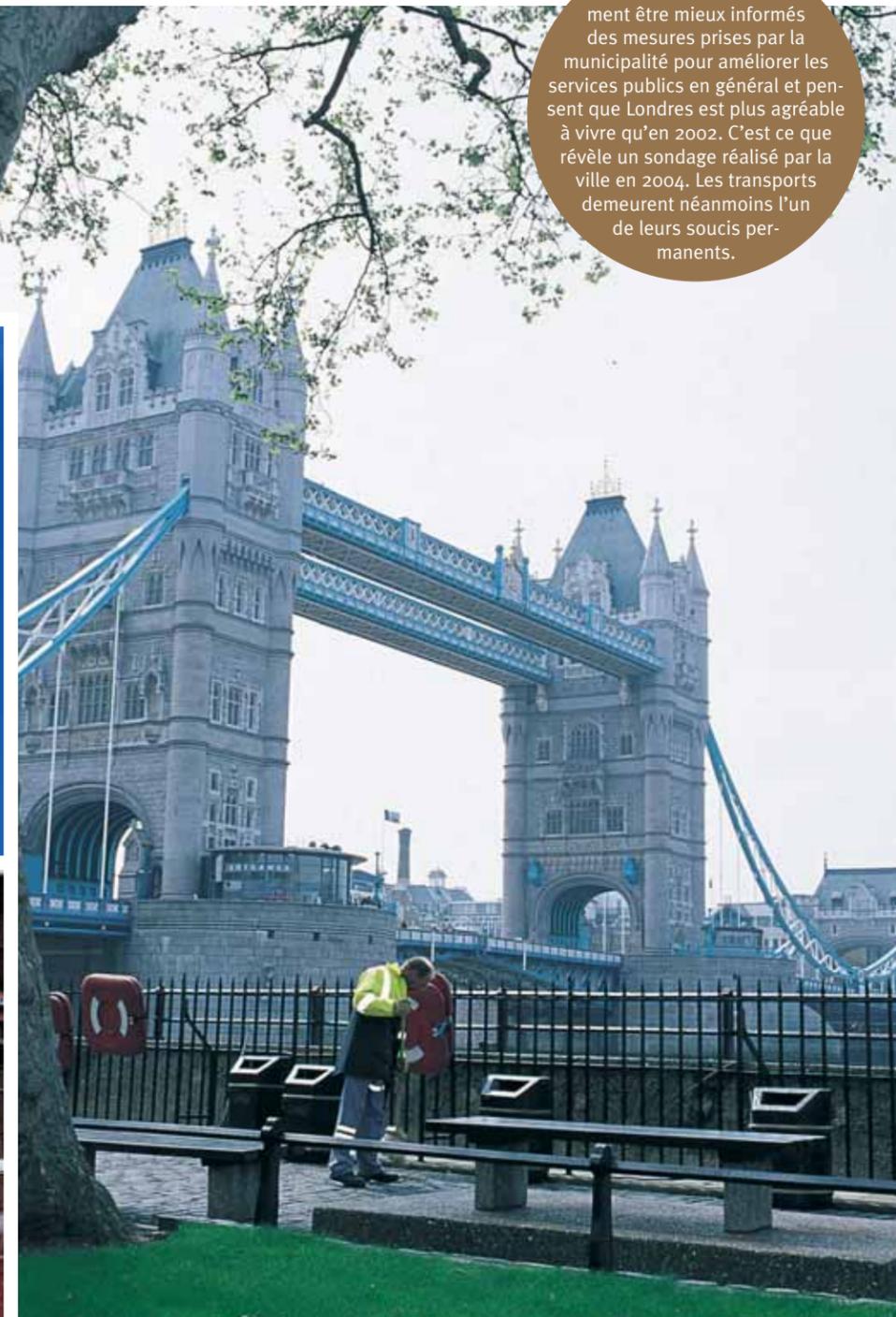
Les Londoniens estiment être mieux informés des mesures prises par la municipalité pour améliorer les services publics en général et pensent que Londres est plus agréable à vivre qu'en 2002. C'est ce que révèle un sondage réalisé par la ville en 2004. Les transports demeurent néanmoins l'un de leurs soucis permanents.



Dans l'arrondissement de Camden, Onyx a mis en place un système de collecte sélective des journaux à la sortie des stations de métro.



Westminster a reçu du British Cleaning Council le titre de "ville la plus propre de Grande-Bretagne."



## UN EFFET DE LEVIER POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Dotée d'un budget annuel de 5 millions €, la Fondation d'entreprise Veolia Environnement a retenu une centaine de projets parmi les 300 qui lui ont été soumis depuis sa création en mai 2004. Regard sur quelques-unes de ces actions soutenues à hauteur de 1 000 € à 500 000 €, et dont plus de la moitié ont été proposées par des salariés du groupe.

Qu'il s'agisse des interventions d'urgence de la Waterforce, de projets à long terme comme la protection de l'Antarctique ou d'actions de proximité de Dalkia, Onyx, Connex ou Veolia Water, le mécénat et le parrainage sont pratiqués de longue date dans le groupe VE. Vouée à financer des actions concourant au développement durable avec comme priorité la solidarité, l'emploi et la protection de l'environnement, la Fondation d'entreprise VE permet de coordonner, fédérer et encourager les multiples initiatives de ses 4 divisions et de leurs collaborateurs. Les aides qu'elle accorde viennent en complément d'aides publiques ou de soutiens privés.

### Diversité des projets

Les 100 projets qu'elle a sélectionnés depuis mai dernier se partagent environ pour moitié entre la France et l'international. Extrêmement divers, beaucoup sont de taille modeste et d'autres, de grande envergure. Les 2/3 d'entre eux ont bénéficié d'une aide inférieure à 30 000 € et près des 2/3 des fonds alloués ont concerné 4 grands domaines : établissements de soins, cadre de vie des communautés locales, demandeurs d'emploi et population scolaire et étudiante.

### Actions humanitaires

Le groupe a mis à disposition la compétence de ses salariés volontaires pour apporter soutien opérationnel, formation ou assistance technique dans des situations de crise ou d'aide au développement. Pour le compte de la Fédération internationale de la Croix Rouge, Veoliaforce a

notamment aidé à évaluer les besoins, définir les moyens de secours à engager et mettre en place les dispositifs d'urgence lors du tsunami du 27 décembre 2004. Elle intervient aussi à Kaboul pour la construction d'un hôpital, avec la Fondation (cf. ci-contre). Celle-ci a ainsi soutenu 41 projets humanitaires. Au Sénégal par exemple, elle a accordé 150 000 € à l'association Kinkeliba pour aménager le système hydraulique d'une maison médicale à Wassadou et d'une zone rurale à Sinthian. L'assistance technique et les études sont prises en charge par Veoliaforce, le Département Santé de VE coordonnant un programme d'éducation à l'hygiène et la

### Un hôpital pour la mère et l'enfant à Kaboul

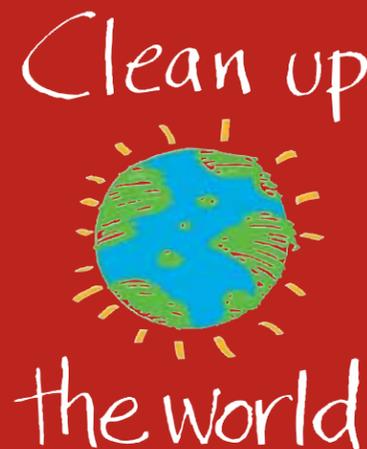
Après plus de 20 ans de situation de guerre quasi-permanente, il ne reste plus beaucoup de services de santé en bon fonctionnement en Afghanistan. L'association Enfants afghans a été créée pour œuvrer à la construction d'un hôpital pour enfants à Kaboul et former le personnel soignant qui y exercera. Le groupe VE et la Fondation VE s'investissent à 2 titres dans ce projet, aux côtés de nombreux bailleurs de fonds. Des collaborateurs ont été dépêchés sur place début 2005 par Veoliaforce pour mener des études sur la thermique du bâtiment et sur le traitement des déchets solides. La Fondation a accordé une subvention de 500 000 €. Au terme de la 1<sup>ère</sup> phase des travaux, une unité de chirurgie infantile de 50 lits sera ouverte. Au final, l'hôpital comportera plus de 150 lits et devrait pouvoir réaliser à l'année 20 000 consultations, 1 000 interventions chirurgicales et 2 000 accouchements.

santé pour les communautés villageoises et les écoles.

### Journée mondiale Clean Up The World

Lancée par l'association Clean Up Australia, la journée Clean Up The World peut prétendre au titre de plus grande campagne écologique du monde : en 10 ans, elle a mobilisé 40 millions de bénévoles et 600 groupes actifs dans 120 pays. Chaque année, lors du 3<sup>e</sup> week-end de septembre, des millions de personnes s'arment de sacs, de gants et de matériel de nettoyage pour rendre le monde plus propre. Cette journée est le point culminant de l'action menée par l'association Clean Up The World qui fédère des centaines de projets locaux sur la planète : collecte de déchets, plantation d'arbres, expositions, actions de sensibilisation, etc. Cette initiative est l'une des rares campagnes partenaires du Programme des Nations Unies

pour l'Environnement. Clean Up The World y consacre 378 000 €. La Fondation VE a décidé de lui verser une contribution de 200 000 €.



### Soutien de l'emploi

Parmi les 29 projets permettant la création ou la consolidation d'emplois de proximité, la Fondation VE a attribué 10 000 € à Actif Azur. Créée par des retraités d'IBM à Antibes (France), cette association favorise l'insertion de personnes exclues du marché du travail par le biais du recyclage de micro-ordinateurs usagés et de prestations de maintenance informatique. La somme lui sert à réaménager ses locaux afin de développer son activité. Les Restos du cœur de Montpellier (France), qui ont ouvert un "jardin du cœur" pour réinsérer chômeurs ou RMIstes par une formation aux activités maraîchères, ont obtenu 12 000 € pour mettre en place un système d'irrigation et d'évacuation des eaux usées sur un terrain d'un hectare.

### Environnement et cadre de vie

Quant aux actions visant à préserver l'environnement et le cadre de vie, la Fondation en a aidé 34. Parmi elles, les initiatives récompensées dans le cadre du jeu-concours "le coup de chapeau de Victor" organisé en France par VE avec la presse quotidienne régionale, à raison de 1 000 € par lauréat – pour la création de documents pédagogiques, de spectacles éducatifs, la protection de la faune ou la flore, etc –, la campagne internationale Clean Up The World (cf. ci-contre), ou encore la nouvelle malle pédagogique proposée par Veolia Water dans le monde entier aux enseignants des écoles pour sensibiliser les enfants à l'importance de l'eau et à la lutte contre sa pollution et son gaspillage. Seuls 1/5 des investissements de la Fondation ont concerné des projets directement liés aux métiers de l'eau, de la propreté, de l'énergie et du transport de personnes.

### Bonnes nouvelles de l'environnement

#### Frigo solaire à Ouagadougou

Coiffé d'un cadran solaire, le réfrigérateur présenté au Salon international de l'artisanat de Ouagadougou par le Centre écologique Albert Schweitzer du Burkina Faso s'apparente à un bahut d'1,30 m de long sur 0,80 m de large et 1 m de haut. Conçu par l'ONG suisse Ceas-BF, il trouvera sa place dans la cour que comportent généralement les habitations burkinabés. L'ONG forme également les artisans locaux à la fabrication des appareils. Source : novethic.fr

#### Première loi américaine de recyclage des téléphones portables

Le Cell Phone Recycling Act adopté en 2004 par la Californie rend tout vendeur de téléphones portables, des opérateurs aux détaillants, responsable de la collecte et du recyclage des appareils usagés. L'objectif est de parvenir à terme à un taux de recyclage ou de réutilisation de 100 % afin d'éviter la contamination des sols par les produits toxiques contenus dans les téléphones. Source : Veille Environnement Ubifrance

#### Vers une diminution des courriers non adressés ?

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005, les producteurs d'imprimés distribués gratuitement en France sont tenus de participer à leur collecte, à leur valorisation et à leur élimination quand ils atterrissent à la poubelle. Ces supports représentent 1 million de tonnes de déchets par an.

#### Les plus grandes pales du monde

Une éolienne de 183 m de haut a été mise en service en février dans le nord

de l'Allemagne (Brunsbüttel). À chaque tour, ses pales rayonnent sur une surface équivalente à celle de 2 terrains de football. Avec une puissance maximale de 5 MW, elle peut couvrir les besoins en électricité de 4 500 foyers.

Source : Enerpresse

#### Hyper motivés par la lutte contre les GES

Selon un sondage gouvernemental publié en février, 90 % des Finlandais connaissent les risques liés au changement climatique et s'en inquiètent. Plus de 80 % d'entre eux sont prêts à s'investir pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. Ils veulent bien faire des économies d'énergie (85 %), composter leurs déchets (80 %) et recourir à des énergies renouvelables pour se chauffer (74 %).

Source : Enerpresse

#### Agriculture plus durable

Selon l'OCDE, qui affirme que l'agriculture intensive exerce en France une pression importante sur la biodiversité, 40 000 contrats d'agriculture durable ont été mis en place depuis 1996, ce qui représente 3 millions d'hectares, soit 10 % de la surface agricole utile.

Source : Journal de l'environnement

#### Le compost s'attaque aux maladies des racines

Le Dr Ralph Noble du Warwick HRI (UK) a mis en évidence certaines propriétés curatives du compost de déchets verts. Il a montré que, dans la culture en bacs comme aux champs, celui-ci peut supprimer les pourritures des racines telles le Phytophthora nicotianae, le Rhizoctonia solani ou le Sclerotium cepivorum.

Source : Grower

#### Galiléo

Onyx - 38, avenue Kleber, 75116 Paris - France

Directeur de la publication : Denis Gasquet

Responsables éditoriaux : Solenn Mériadec, Rupert Schmid

Rédactrice en chef : Monik Malissard

Rédaction : Elisabeth Aléry, Amélie Rouvin, Loïc Trébord

Ont collaboré à ce numéro : Francis Angotti, Christophe Aran, Philippe Belbèze, Igor Bilimoff, Hubert Bonin, Elise Bourmeau, Hubert Brunet, Lester R. Brown, Philippe Chalmin, Thierry Chazelle, Xavier Clementel, Gary Crawford, Fanny Demulier, David Denois, Jim Dykhuis, Boris Efremenko, Dominique Helaine, Ghislaine Hierso,

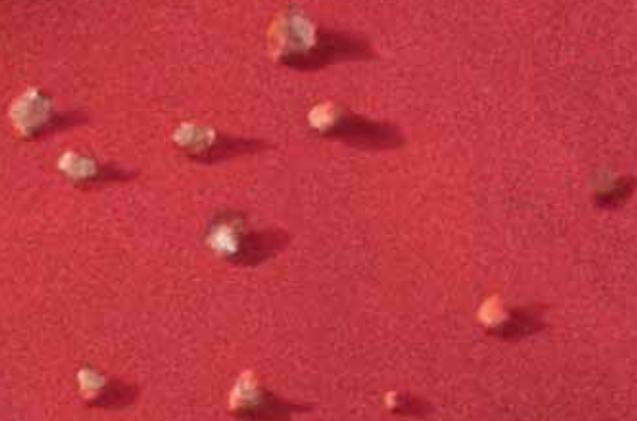
Sabine Houot, Kevin Hurst, Reah Janise Kauffman, Jean-Paul Léglise, Ludovic Lelièvre, Daniel Lester, Eric Lesueur, Mimi Mazur, Kevin McGrath, Peter Mills, Danny Mislenkov, Richard Modolo, Anna Mok, Yannick Morillon, Jennifer Nijman, Mohamed Nirr, Nelly Pierre, Claude Platier, Maeleonn Poitrenaud, Jerry Raeder, Cecilia Romand, Éric Salat, Alexandra Sohler, Vincent Sol, Dominique Soltner, Christophe Véron.

Crédits Photo : Lester Young, Wei Lin

Conception : Dream On

Impression : SARL de Lorette

www.onyx-environnement.com



 **VEOLIA**  
PROPRETÉ est la Division Propreté de Veolia Environnement

GALILÉO EST UNE PUBLICATION DE VEOLIA PROPRETE, SPÉCIALISTE INTERNATIONAL DE LA GESTION DES DÉCHETS ET DE LA PROPRETÉ - ÉTÉ 2005