



HAL
open science

Aperçu historique (jusqu'en 1950) du développement de l'incinération des ordures ménagères dans le monde

Gérard Bertolini

► **To cite this version:**

Gérard Bertolini. Aperçu historique (jusqu'en 1950) du développement de l'incinération des ordures ménagères dans le monde. *Environnement, Ingénierie & Développement*, 2000, N°20 - 4ème trimestre 2000, pp.3-8. 10.4267/dechets-sciences-techniques.1351 . hal-03181412

HAL Id: hal-03181412

<https://hal.science/hal-03181412v1>

Submitted on 25 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

APERÇU HISTORIQUE (JUSQU'EN 1950) DU DÉVELOPPEMENT DE L'INCINÉRATION DES ORDURES MÉNAGÈRES DANS LE MONDE

Gérard Bertolini,
Économiste, directeur de recherches au CNRS

Cet aperçu montre le rôle prééminent joué par la Grande-Bretagne dans l'histoire et le développement de cette technologie de traitement des déchets (notamment des ordures ménagères), y compris à l'exportation, jusque dans des pays lointains. Aux États-Unis, elle connut un véritable engouement, mais s'accompagna de déconvenues. En Europe, la technologie d'origine anglaise (le *British destructor*) fit en particulier des émules en Allemagne, aux Pays-Bas, en Suisse et en France.

Avec du recul temporel, le cours de l'histoire apparaît singulier dans la mesure où, à l'heure actuelle, le taux d'incinération des ordures ménagères est faible au Royaume-Uni et aux États-Unis, comparativement à celui d'autres pays européens et du Japon. Cette histoire à éclipses, assortie de nouveaux pôles-relais de développement, conduit à préconiser « la circonspection » vis-à-vis d'exercices de prospective relatifs aux modes de traitement des déchets.

The survey brings out the pre-eminent position of Great Britain in the history and the development of this waste treatment technology, and its export even to distant countries. At first the United-States were enthusiastic over the British destructor, but then they got disappointed. This technology was adopted in Europe too – and adapted -, in particularly in Germany, the Netherlands, Switzerland and France. With the passing of time, the course of history seems singular: nowadays the MSW incineration rate is low in Great Britain and in the United-States, by comparison with European countries and with Japan. This history, which goes with fits and starts and with new promoting countries, leads to recommend « caution » towards prospective views concerning the waste treatment methods of the future.

ROYAUME-UNI : BERCEAU ET PÔLE D'EXPORTATION À TRAVERS LE MONDE, PUIS RAPIDE RÉGRESSION

L'historique du développement de l'incinération au Royaume-Uni et en Amérique du Nord a été retracé en particulier par

l'historien américain Martin V. Melosi ^[1 et 2].

L'Angleterre est « le berceau » de cette technologie; l'équipement correspondant est baptisé *destructor*. Au dix-neuvième siècle, ce pays est densément peuplé, fortement urbanisé et c'est une société industriellement avancée; de plus, son rayonnement favorisera l'essaimage de cette nouvelle technologie à travers le monde.

Dès 1865, un premier four, de taille très modeste, fut installé à Gibraltar, pour détruire les déchets de la garnison britannique. Vers 1870, le premier four municipal est mis en service à Paddington, un faubourg de Londres. Cependant, ce four, à ventilation naturelle, fonctionnait mal et produisait des fumées malodorantes.

Un incinérateur municipal a ensuite été installé à Nottingham en 1874, puis à Manchester en 1876. Il s'agissait d'installations « cellulaires »; celle de Manchester comportait une batterie de huit fours, brûlant chacun cinq tonnes d'ordures par jour.

Suite à l'expérience de Manchester, Albert Fryer conçut un incinérateur comportant une chambre de combustion séparée de la chambre d'alimentation, qui fut installé au dépôt de Water Street.

Des incinérateurs furent ensuite construits à Ealing, Birmingham, Leeds, Bradford, Derby, etc. En 1882, près d'une cinquantaine étaient en place ou en construction.

Vers 1880, un concepteur hardi, Miller-Bruce, proposa même un incinérateur mobile, de rue, qui brûlerait directement les déchets, la nuit, lors de leur collecte^[3].

La température des premiers *destructors*, qui fonctionnaient en tirage naturel (sans ventilation forcée) se situait généralement entre 270 et 400 °C; dans le meilleur des cas, elle ne dépassait guère 540 °C. Il en résultait une combustion peu efficace, s'accompagnant de taux d'imbrûlés élevés et de fumées noires qui se répandaient au voisinage. La construction de plus hautes cheminées ne calma pas les plaintes des habitants des alentours.

En 1885, un ingénieur d'Ealing, Charles Jones, dépose le brevet du *fume destructor*, c'est-à-dire d'un épurateur de fumées: il propose de placer, dans la gaine reliant l'incinérateur à la cheminée, un foyer dans lequel les gaz s'échap-

pant des fours doivent être brûlés avant d'atteindre l'atmosphère; mais le procédé n'est pas alors au point, et il est coûteux.

Les premiers incinérateurs, qui associaient une série de fours de petite dimension, fonctionnaient en discontinu et étaient chargés à la pelle, généralement par le haut. Les opérateurs étaient exposés aux poussières et aux fumées, voire aux flammes. L'extraction des mâchefers et des cendres était également manuelle. Par la suite, des mécanismes d'obturation permettront de commander séparément le chargement, l'activation du feu et l'évacuation des scories.

La génération suivante se traduit par un brûlage à beaucoup plus haute température, grâce à une ventilation artificielle (tirage forcé), introduite à partir de 1890: de puissants jets de vapeur ou d'air chaud sont envoyés sous les grilles du foyer. En 1902, la température montera jusqu'à 1 650 °C. Plusieurs modèles apparaissent entre 1885 et 1900. Ils assurent une oxydation plus complète des gaz, et permettent ainsi de réduire les émissions malodorantes et polluantes; de plus, ils fournissent davantage de sous-produits valorisables: mâchefers (à faible taux d'imbrûlés) et vapeur. Le modèle Horsfall, mis au point en 1888, sera ensuite

relié à la centrale électrique d'Oldham. En 1897, au fonctionnement de l'incinérateur est associé le pompage des eaux usées (des égouts) de la station d'Hereford.

En 1898, Meldrum Brothers introduit à Manchester le *Simplex*; pourvu d'un long foyer, chargé par plusieurs ouvertures, il ouvre la voie des *destructors* suffisamment puissants pour pomper divers liquides et produire de l'électricité. De la vapeur haute pression est générée en premier lieu à Darwen^[3].

En 1899, quatre-vingt-une villes de Grande-Bretagne utilisent principalement l'incinération pour traiter leurs ordures^[1].

Par rapport à une incinération simple, une centrale à vapeur se traduit à cette époque par un surcoût d'investissement de 30 à 50 %, ainsi que par une forte consommation d'espace et des coûts supplémentaires de fonctionnement; mais la commercialisation de l'énergie produite est source de recettes non négligeables.

L'ingénieur Francis Goodrich, dont les écrits feront autorité et seront largement diffusés, y compris outre-Atlantique, dénonce toutefois le discrédit porté par des promoteurs trop optimistes ou peu scrupuleux, qui exagéraient les performances techniques (parfois au mépris des lois élémen-

Bon de commande de l'ouvrage

A retourner à SAP - 7, chemin de Gordes -
38100 Grenoble - Tél. : 04 76 43 28 64
Fax : 04 76 56 94 09 - Mél : sap@pro-environnement.com
avec votre règlement

Je soussigné :

Entreprise :

Adresse :

Code postal : Ville :

déclare passer commande de..... exemplaire(s) de l'ouvrage *Décharges : quel avenir ?* au prix unitaire de 125 FTTC franco (118,49 F HT + TVA 5,5 % : 6,51 F).

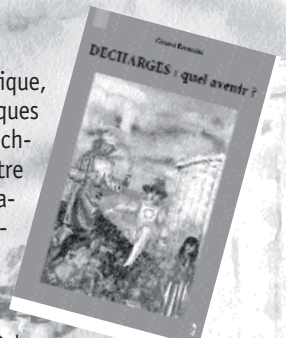
Règlement à la commande par chèque ci-joint ou par virement au CCP SAP 0134695R028 Grenoble. Je désire une facture en retour en exemplaire(s).

Signature ou cachet :

DÉCHARGES : quel avenir ?

Gérard Bertolini

Ce livre n'est pas un Traité technique, même si les considérations techniques n'en sont pas absentes. Car il y a la technique et le reste, qui ne saurait être négligé, les conceptions et les réalisations, les pratiques et les représentations, et leurs interactions. Les sciences de l'homme et de la société, jusqu'à la psychanalyse et la philosophie, ont leur mot à dire. Désignant à la fois un acte, un lieu (un site) et un mode d'élimination des déchets, la décharge est un « fait social » ; l'ambition est d'en réaliser l'anthropologie, de la saisir dans toutes ses dimensions et tous ses états. La recherche ne porte pas seulement sur les pratiques et les signifiants de la décharge. L'appréhension de son évolution à travers les âges, en privilégiant toutefois les changements les plus récents, est orientée par le souci d'une vision d'avenir ou, pour le moins, d'interrogations prospectives. À son tour, la décharge n'est-elle pas « un méga-objet périssable » ? Ce livre n'est ni un plaidoyer pour, ni un plaidoyer contre la décharge. Sa part de subjectivité reflète bien sûr, outre les limites de ses connaissances, la sensibilité de son auteur.



Format : 15,5*24 - 108 pages + couverture
Prix TTC franco : 125 F (Prix HT : 118,49 F - TVA 5,5 % : 6,51 F)

taires de la combustion) et économiques (en prétendant que le traitement des déchets par incinération était rentable). Dans le sillage de la réalisation d'Hereford (datant de 1897), vingt-six villes anglaises associèrent à l'incinération le pompage des eaux usées en 1902, puis au moins trente-six villes en 1912. D'autres villes valorisent l'énergie en chauffant la piscine municipale.

En 1906, 140 à 180 (plus de 150 selon d'autres sources) villes anglaises utilisent principalement l'incinération pour traiter les ordures, et plus de la moitié valorisent l'énergie produite, dont 45 à 65 villes couplées avec des centrales électriques^[1].

En 1914, selon Bader et Engweiler^[3], 338 incinérateurs sont en fonctionnement au Royaume-Uni, dont 295 avec récupération d'énergie, parmi lesquels 77 avec génération d'électricité.

L'Angleterre a également développé la *coalesine*, briquette combustible fabriquée à partir de déchets pulvérulents (en particulier des poussières de charbon) ou pulvérisés, y compris en les extrayant des ordures ménagères.

Parmi les usines d'incinération, dans les années 1930, celle de Glasgow par exemple, de type Heenan, avait une forte capacité de traitement et produisait de l'électricité^[4a].

Cependant, le développement de centrales électriques (au charbon) de grande puissance et de grands réseaux interconnectés a limité l'intérêt d'une production d'électricité associée à l'incinération des déchets et a conduit à la fermeture de nombreuses stations locales de production^[4a].

Un intérêt nouveau est alors porté à la séparation préalable de diverses fractions (en ne se limitant pas à un déferailage), avec pour objectifs non seulement d'extraire des matériaux recyclables, mais également d'accroître le pouvoir calorifique des fractions incinérées, de réduire les émissions de fumées, ainsi que le taux de mâchefers. Tel fut par exemple le cas de Rochdale, où la capacité d'incinération était de 15 tonnes par jour. Désormais, peu d'usines sont créées pour une incinération « directe » (*de masse*), non assortie de séparations préalables.

Vers 1930, au Royaume-Uni, selon Dawes^[4a], 130 collectivités locales disposaient d'incinérateurs pour traiter tout ou partie de leurs ordures.

En 1927-28, elles auraient traité au total 2,15 millions de tonnes. En 1931-32, le tonnage traité aurait été de 1,55 millions de tonnes, soit une rapide régression.

Au demeurant, J.C. Dawes est l'un des pères de la « décharge contrôlée » (*controlled tipping*), qui est également née en Angleterre, dans le courant des années 1920. En premier lieu, J.C. Dawes et M. Call en ont appliqué la méthode à la ville de Bradford, dont l'usine d'incinération avait été détruite au cours de la Première Guerre^[5].

Le Royaume-Uni a ensuite délaissé l'incinération, en lui préférant la mise en décharge. Bien qu'elle connaisse depuis quelques années un regain d'intérêt dans ce pays, l'incinération n'est appliquée à l'heure actuelle qu'à 5 à 10 % du tonnage total d'ordures ménagères.

TRANSFERT EN AMÉRIQUE DU NORD : VÉRITABLE ENGOUEMENT POUR LA TECHNOLOGIE ANGLAISE, PUIS RAPIDE RÉGRESSION

La technologie britannique a fait des émules aux États-Unis, où les ingénieurs étaient émerveillés par cette invention, baptisée *garbage furnace*, *crematory* ou *destructor*^[2].

En 1885, le lieutenant H.J. Reilly, de la U.S. Army, construisit le premier incinérateur américain sur l'île du Gouverneur, dans l'État de New-York; c'était un équipement miniature, d'une capacité de 0,3 à 0,8 tonne de déchets par jour.

En 1886 et 1887, les premiers incinérateurs municipaux furent installés à Wheeling (Virginie du Sud), Allegheny (Pennsylvanie) et Des Moines (Iowa). Ils utilisaient le gaz naturel comme combustible d'appoint, en raison d'un pouvoir calorifique des déchets et d'une capacité de combustion des fours insuffisants.

Aux États-Unis, l'incinération fut d'abord considérée comme la panacée pour se libérer du fléau que constituait l'accumulation de déchets. En 1888, le Docteur Kilvington envisageait un futur proche où chaque ville disposerait d'un incinérateur (*crematory*)... où le feu purifierait à la fois les rejets de l'existence et les restes des morts. L'idée de désinfection par le feu a conduit également le Département de la Santé de Boston, en 1890, à recommander la construction d'incinérateurs domestiques.

Parmi les constructeurs, la *Eagle Sanitary and Cremation Company* de Des Moines (Iowa), fondée en 1886, installa des incinérateurs à Portland (Orégon), Coney Island (État de New-York), Milwaukee (Wisconsin) et Saint-Augustine (Floride), présentera un incinérateur à l'Exposition Universelle de Chicago et en construira d'autres dans plusieurs villes d'Amérique latine.

Le Colonel William F. Morse fut à la tête du bureau de New-York de cette Compagnie. En 1902, Morse et Benjamin Boulger ont créé à leur tour la *Morse-Boulger Destructor Company*; ils avaient acheté la licence, pour les États-Unis, de *Meldrum Brothers'Destructor*, dont le siège était en Angleterre, à Manchester. Plus tard, Morse développera de nouveaux équipements. Il ne manquera pas d'émettre des critiques acerbes à l'encontre de concurrents peu scrupuleux, proposant des équipements de très médiocre qualité et faisant des promesses déraisonnables en ce qui concerne leurs performances techniques et économiques.

Alors que l'incinération avait été considérée initialement comme la panacée, les résultats sur le terrain s'avéraient très décevants. Sur les 180 fours construits dans ce pays entre 1885 et 1908, Melosi rapporte qu'en 1909, 102 ne fonctionnaient plus (avaient été démantelés ou arrêtés).

Parallèlement, une autre technologie s'était développée aux États-Unis, à savoir la « réduction », visant à extraire – en particulier en comprimant les déchets – des huiles, des matières grasses et d'autres sous-produits. Le procédé en question, à savoir le procédé Merz ou « de Vienne », venait d'Autriche, mais ne fit guère école en Europe. Aux États-Unis, la pre-

mière usine de réduction fut installée à Buffalo (État de New-York) en 1896, et beaucoup d'autres villes américaines construisirent de telles usines. Certaines villes avaient recours conjointement à la réduction et à l'incinération du reste. Cependant, le fonctionnement des usines de réduction s'accompagnait de fortes nuisances; de nombreuses plaintes furent enregistrées en raison de mauvaises odeurs. Après une période de développement, la réduction connut un rapide déclin après 1910.

En ce qui concerne l'incinération, les mauvais résultats enregistrés aux États-Unis avaient plusieurs causes: les installations construites étaient souvent défectueuses; le personnel devant assurer leur fonctionnement était insuffisamment qualifié; la pollution atmosphérique générée était importante; vis-à-vis de l'Angleterre, le *mimétisme* conduisait à faire abstraction des contextes, alors qu'ils étaient très différents. La composition des déchets n'était pas la même: les ordures anglaises avaient un pouvoir calorifique beaucoup plus élevé, en particulier en raison de l'utilisation par les ménages du charbon comme combustible, ce qui conduisait à la présence d'une proportion importante de braises et autres imbrûlés; il en résultait également une composition différente des mâchefers d'incinération. Aux États-Unis, le pouvoir calorifique des ordures, plus faible, rendait nécessaire l'utilisation de combustibles d'appoint.

De plus, en Angleterre, le prix de l'énergie était beaucoup plus élevé qu'aux États-Unis, et ce pays était densément peuplé. Par rapport à une mise en décharge, l'incinération permettait à la fois de limiter les distances de transport, et dès lors les dépenses d'énergie associées au transport, et de valoriser l'énergie contenue dans les déchets. Les États-Unis disposaient de sources d'énergie abondantes et bon marché, conduisant à n'accorder que peu d'attention à l'efficacité énergétique, ainsi que d'espace, en raison d'une faible densité de population.

Les déconvenues furent sources de controverses sur l'intérêt d'une poursuite du développement de l'incinération aux États-Unis, mais l'apparition en Angleterre de modèles d'incinérateurs plus performants que ceux du passé relança leur construction en Amérique du Nord: Westmount (au Québec), Vancouver (Colombie Britannique), Seattle, Milwaukee, West New Brighton (État de New-York), etc. En 1911, Joseph B. Rider, ingénieur-consultant de la ville de New-York, déclarait que « les installations de brûlage du passé sont aux incinérateurs modernes ce que le vieux cheval est à la traction moderne ou la paire de bœufs à l'automobile ».

La plupart des nouvelles usines valorisaient la chaleur (vapeur) produite, pour partie en la transformant en électricité. Certaines réalisations étaient à petite échelle, par exemple dans le cadre d'établissements hospitaliers.

À Austin (Texas), William B. Philips présenta en outre une méthode de transformation de déchets cellulosiques en briquettes combustibles appelées « *oakal* ».

Vers 1914, selon Melosi, environ 300 usines d'incinération, de tailles diverses, sont en opération en Amérique du Nord (États-Unis et Canada), dont 88 % construites entre 1908

et 1914. Aux États-Unis, alors que les premières réalisations se situaient surtout dans le North-East et le Middle-East, près de la moitié des usines construites après 1905 l'ont été dans le Sud, où les villes étaient de moindre taille mais où l'urbanisation se développait rapidement.

En 1938, 600 à 700 villes américaines utilisaient des incinérateurs; mais, vers la fin des années 1930, on observe un déclin très marqué, au profit de la « décharge sanitaire » (*sanitary landfill*).

Ce déclin se poursuivra: 265 incinérateurs en 1966, puis 160 en 1974. Le renforcement des inquiétudes et des normes relatives aux émissions atmosphériques ont précipité le mouvement.

Cependant, un regain d'intérêt en faveur de l'incinération est observable dans ce pays, même s'il reste d'envergure limitée: alors que le taux d'incinération des ordures ménagères était tombé à 5 % au début des années 1980, il est à l'heure actuelle d'environ 15 %.

AUTRES ÉMULES, NOTAMMENT EN EUROPE

Par le passé, le *destructor* britannique a essaimé en Amérique du Nord, ainsi qu'en Europe, mais également sur d'autres continents.

Dès 1906, il est installé, outre à Saint-Petersbourg, dans sept villes d'Amérique latine (dont Buenos Aires), sept villes d'Australie et de Nouvelle Zélande, quatre villes d'Afrique, en Inde et aussi au Caire, à Singapour et à Shanghai^[1], donc sur tous les continents.

Aux incinérateurs installés en Angleterre s'ajoutèrent bientôt ceux de Bruxelles, de Monaco, de Copenhague, de Zürich, de Hambourg, de Berlin, etc., ainsi que de Paris.

Les responsables allemands ont d'abord fait venir des techniciens anglais pour former leur personnel. Ensuite, les ingénieurs allemands ont affiné et adapté à leur contexte la technologie britannique.

En 1892, Hambourg souffrait d'une terrible épidémie de choléra; craignant l'infection, les fermiers refusèrent de recevoir les déchets de la ville; dès lors, le passage à l'incinération fut décidé. De type Heenan et Froude, l'équipement devint opérationnel en 1895^[2].

Le concept Heenan et Froude, qui se traduira par de très nombreuses applications, jusqu'en 1960, se caractérise par une série de cellules de fours identiques, reliées entre elles pour l'évacuation des fumées^[6]. A. Saurin ajoute que, après passage dans un crible et dans un appareil déferrailleur, les résidus sont séchés sur une grille supérieure escamotable, puis tombent sur une grille inférieure fixe où les cendres sont raclées.

Après Hambourg, le concept Heenan et Froude fut adopté par Rotterdam en 1910. Amsterdam a retenu le système *Vesuvio*. La Haye en 1920 et Berlin en 1921 ont expérimenté la grille conçue par l'ingénieur munichois Josef Martin: c'est une grille de brûlage *en gradins* ou *en cascade*, avec une combinaison de barreaux fixes et de barreaux amovibles qui se retournent. La grille à contre-courant sera ensuite brevetée,

en 1926. L'extracteur est doté d'un broyeur à cylindres. Les gaz de combustion sont évacués latéralement depuis la chambre de combustion pour arriver dans une chaudière^[6]. Aux Pays-Bas, l'incinération a été également pratiquée par des villes plus petites, comme Delft et Amersfoort^[4c]. En Allemagne, l'incinération fut pratiquée, outre à Hambourg, à Aix-la-Chapelle, à Barmen, à Altona, à Cologne (incinération après séparation par criblage), Berlin (système *Bamag*), etc.

En 1934, Erhard^[4b] note que, dans diverses régions allemandes, les ordures ménagères renferment une grande quantité de cendres provenant du brûlage de briquettes de lignite par les ménages; or, le pouvoir calorifique de ces cendres est beaucoup plus faible que celui des cendres de charbon. Par contre, Aix-la-Chapelle et Barmen se situent dans des districts houillers où les ordures sont riches en éléments combustibles. En outre, alors qu'à Bremen les scories d'incinération se vendent bien, pour la fabrication de briques dures, celles d'Aix-la-Chapelle trouvent difficilement des débouchés, en raison de la concurrence des scories des hauts-fourneaux.

En Suisse, un incinérateur commença à fonctionner à Zürich en 1904, puis il fit l'objet d'améliorations. De type Horsfall, ou Heenan et Froude, l'équipement comportait un mélangeur (homogénéiseur) de déchets et une séparation magnétique des métaux ferreux. Les deux lignes d'alimentation desservaient chacune six cellules de brûlage, bénéficiant d'un préchauffage de l'air et d'une ventilation forcée. La capacité totale était de dix tonnes de déchets par heure. L'énergie était récupérée, par deux chaudières, et pour partie transformée par une turbine (un générateur) en électricité. Pour l'épuration des fumées, un précipitateur électrostatique fut installé^[3].

En ce qui concerne l'énergie, on notera que, pendant l'hiver, la quantité d'ordures par habitant est plus forte et que leur pouvoir calorifique est plus élevé que pendant l'été, en raison d'une part de la présence de résidus de charbon, d'autre part d'une plus faible proportion de matières putrescibles (à plus forte teneur en eau). Or, c'est l'hiver que les besoins d'énergie sont les plus importants, ce qui constitue une conjonction intéressante.

Les fours à cellules du type Heenan et Froude seront sans cesse améliorés et seront utilisés jusque dans les années 1960^[6].

À Davos, un incinérateur, fonctionnant en discontinu, avait été installé en 1914. Il sera ensuite modernisé et fonctionnera jusqu'en 1969. Du type Didier-Sulzer, il se caractérise par un four à puits: la combustion a lieu dans un puits, chargé régulièrement par le haut (par gravité). L'air est introduit dans la zone médiane. Les fumées sont évacuées latéralement et une chaudière permet de récupérer l'énergie^[6].

De même, dans certains fours de type Vénien, le brûlage se fait dans une cellule verticale; mais la base est constituée d'une grille tournante sur sole, animée d'un mouvement de rotation discontinu; au cycle de combustion succède un cycle de déchargement, un secteur évidé permettant l'évacuation des mâchefers. La marche est semi-continue^[7].

Lors de la Deuxième Guerre mondiale, la situation de Bâle devint dramatique: les décharges que cette ville utilisait, situées le long du Rhin, en Allemagne et en France, n'étaient plus accessibles. Bâle mit alors en place un incinérateur à fonctionnement continu, qui devint opérationnel en 1942. Construit par Von Roll, sous licence Volund, il comportait des grilles de préséchage et deux lignes d'alimentation d'une capacité de 8,3 tonnes/heure chacune. Les mâchefers étaient évacués par un transporteur à chaîne.

Les fours Volund comporteront un séchage sur des grilles à barreaux oscillants, puis une combustion dans un tambour rotatif à axe incliné. Le déplacement des déchets se fait par tables à secousses^[7].

Von Roll a ensuite installé des fours à Lausanne, ainsi qu'à Bruxelles. L'installation de Bruxelles s'accompagna toutefois de problèmes résultant de la composition des ordures, à forte teneur en inertes, générant des poussières^[6]. Puis, vers la fin des années 1950, Von Roll a rénové l'usine de Hambourg.

Le développement de l'incinération s'est ensuite poursuivi en Suisse, tandis qu'il s'est heurté à des contestations fortes en Allemagne, aux Pays-Bas et en Italie.

FRANCE: UN DÉVELOPPEMENT MOINS PRÉCOCE, MAIS PLUS RÉGULIER

Pendant longtemps, les ordures ménagères ont été vendues aux cultivateurs de banlieue, constituant ainsi une source de recettes. En région parisienne, la première « usine de traitement » fut installée à Saint-Ouen en 1899; elle fut suivie, peu de temps après, par les réalisations d'Issy-les-Moulineaux et de Romainville.

Ces usines réalisaient le broyage pour la clientèle agricole, mais, dès 1905, les débouchés agricoles s'avèrent insuffisants; dès lors, il fut décidé d'installer dans chacune un four d'incinération, à l'exemple de certaines villes anglaises. Ces fours étaient constitués de cellules juxtaposées, leur chargement était discontinu et leur conduite était manuelle (avec *ringardage* et *décrassage* manuels)^[5].

Ces usines furent ensuite transformées pour récupérer l'énergie. L'énergie ainsi produite était utilisée pour actionner une machine soufflante, qui distribuait l'air nécessaire à la combustion. Puis, en 1907, un premier turbo-alternateur, pour produire de l'électricité, fut installé à Issy-les-Moulineaux^[5].

En 1912, une quatrième usine fut créée à Ivry. L. Girard^[8] précise (en 1923) que chaque usine était raccordée aux voies ferrées et à la voie d'eau. Les ordures pouvaient être livrées à l'agriculture à l'état brut ou après broyage, et le cas échéant criblage. Le tamis était constitué par un cylindre tournant. Les parcelles fines ou *poudreau* étaient utilisées comme engrais. Les fractions plus grossières étaient incinérées ou mises en décharge (aux Mureaux, à Sainte-Escobille, près d'Étampes, etc.).

En fait, les débouchés agricoles étaient saisonniers et conduisaient à des transports de plus en plus éloignés.

Le pouvoir calorifique des ordures était, selon Girard, de

2000 calories par kg. l'hiver et 1000 l'été, soit une moyenne de 1500. La gadoue était introduite par charge d'un mètre-cube environ. Les fours de type ancien (Meldrum, Heenan et Froude, Herbetz) ont été progressivement remplacés par des fours plus modernes (Bréchet, Boussange). La grille Martin, à *contre-courant*, sera ensuite installée dans l'unité d'essai de Romainville en 1931^[6].

Le taux de mâchefers produits était d'environ 30 %. Les premiers fours, à large grille, donnaient lieu à un gâteau de mâchefer de grande dimension, très difficile à extraire. La division du four en compartiments à cellules a permis de diminuer les dimensions du *gâteau*, et son extraction a été mécanisée (barre à talon tirée avec un treuil). Dans le four Bréchet, la sole, à doubles parois en fonte, peut basculer autour d'un axe pour évacuer les mâchefers.

À l'état brut, le mâchefer n'a pas de valeur et doit être mis en décharge. En le broyant, on peut en faire un gravillon employé pour l'empierrement des routes et chemins. Celui qui provenait de l'incinération des ordures d'hiver était riche en silice ; sous l'effet d'un courant de chaleur, et d'une réaction sur de la chaux, il permettait de produire des briques silico-calcaires, résistantes, de couleur noirâtre, qui étaient vendues.

L'énergie produite était pour partie transformée en électricité. Pour limiter les effets des fluctuations de la production, des chaufferies complémentaires au charbon furent installées ; puis l'électricité fut livrée à d'autres réseaux de distribution, et enfin à un réseau unique. À partir de 1921, l'exploitation des quatre usines fut confiée à un régisseur intéressé, la Société Traitement industriel des résidus urbains (Tiru).

**Situation actuelle dans le monde :
Taux d'incinération des ordures ménagères
(approximativement *)**

Europe	
Suisse (hors CEE)	85 %
Danemark	65 %
Suède	60 %
France	45 %
Belgique-Luxembourg	45 %
Pays-Bas	40 %
Allemagne	25 à 30 %
Norvège (hors CEE)	25 %
Italie	20 à 25 %
Royaume-Uni	6 à 7 %
Espagne	6 %
Autres pays de la C.E.	moins de 5 %
[moyenne C.E. : environ 20 %]	
Japon	75 %
Amérique du Nord	
USA	15 %
Canada	5 à 10 %
Total mondial	moins de 3 %

* Avec des réserves tenant à des différences suivant les sources, et en particulier suivant que le tonnage d'ordures ménagères pris en considération inclut ou non la part recyclable

L. Girard note qu'à l'époque, l'incinération était source de bénéfices, résultant de la vente de l'électricité et des briques. D'autres usines d'incinération avaient été construites en province : à Belfort, Bourges, Lyon, Nancy, Nice, Rouen, Roubaix, etc.

En ce qui concerne les nuisances et risques, pour le voisinage, résultant du fonctionnement d'établissements industriels, le premier texte général était le décret impérial du 15 octobre 1810. Il fut suivi par la loi du 19 décembre 1917 relative aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Pour les fumées industrielles, la première loi spécifique fut celle du 20 avril 1932, dite « loi Morizet » ; mais elle ne fixait pas de limites précises de concentration de substances polluantes dans les émissions. Ensuite, l'ordonnance du 25 janvier 1934 du Préfet de police à Paris a stipulé (dans son article 8) que la concentration de poussières dans les émissions ne devait pas dépasser 1,5 gramme par N-m³ et que, quelle que soit l'installation, la quantité totale de poussières émises ne devrait jamais dépasser 300 kg/heure^[5].

En 1997, le taux d'incinération des ordures ménagères en France est de 45 %, avec 266 usines (dont 90 usines avec récupération d'énergie, traitant 34 % du tonnage d'ordures ménagères, et 160 usines sans récupération d'énergie, de plus petit format, traitant 11 % des ordures ménagères).

Ainsi, l'histoire de l'incinération apparaît *singulière*, dans la mesure où le Royaume-Uni, *berceau* de l'incinération, et les États-Unis, *émule de la première heure*, n'ont pas persévéré dans cette voie.

Cette *histoire à éclipses*, assortie de nouveaux pôles-relais de développement, conduit à la *circonspection* vis-à-vis d'exercices de prospective relatifs aux modes de traitements des déchets.

Gérard Bertolini

Laboratoire d'analyse des systèmes de santé (Lass) - Université Claude Bernard - Lyon I, Bâtiment 101 - 43, boulevard du 11 novembre 1918 - 69622 Villeurbanne cedex

Bibliographie

- [1] M. Melosi : *Le destructor britannique*, Annales de la recherche urbaine, n° 23-24, juillet-décembre 1984.
- [2] M. Melosi : *Garbage in the cities, 1880-1980*, Texas University Press, 1981.
- [3] C. Bader et J. Engweiler : *Thermal treatment in Switzerland ; a success story*, ISWA Yearbook 1999-2000.
- [4] Union Internationale des villes et pouvoirs locaux : *La collecte et la destruction des ordures ménagères*, Conférence internationale de Lyon, juillet 1934.
- [4a] Exposé de J.C. Dawes, pour l'Angleterre et le Pays-de-Galles.
- [4b] Exposé de H. Erhard, pour l'Allemagne.
- [4c] Exposé de V. de Groot, pour la Hollande.
- [5] AGHTM : *Les résidus urbains* (2 volumes), éd. Lavoisier, 1985.
- [6] J. Y Le Goux et C. Le Doucé : *L'incinération des déchets ménagers*, éd. Economica, 1995.
- [7] A. Saurin : *Les résidus ménagers*, éd. Eyrolles, 1967.
- [8] L. Girard : *Le nettoyage de Paris*, éd. Eyrolles, 1923.