

Transformation biologique des déchets organiques : le zymothermique, ancêtre du TMB

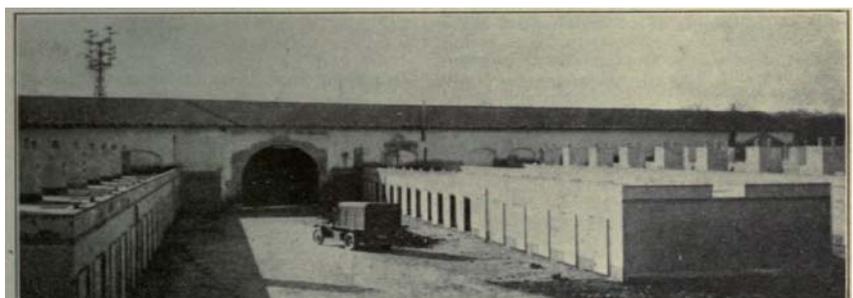
Parce que la réflexion historique permet de savoir d'où l'on vient, à défaut de savoir où l'on va ; quand grondent les foudres du changement climatique, votre chronique de l'organique alimente le débat actuel et passionné sur les traitements mécano-biologiques des ordures, avec un zoom sur le procédé zymothermique, inventé en Toscane il y a près d'un siècle.

Emmanuel ADLER



Contexte de la gestion des ordures au début du 20^{ème} siècle

Il y un siècle environ, sous les effets conjugués d'une augmentation de la population urbaine, d'une réglementation en devenir sur la maîtrise des nuisances⁽¹⁾, et du développement des connaissances scientifiques⁽²⁾ et tech-



! Première application industrielle du procédé biologique de traitement aérobie des ordures (Florence, 1923)

niques, les conditions de traitement des ordures ménagères dans les grandes villes occidentales allaient connaître d'importantes révolutions. En effet, la valorisation traditionnelle pour fertiliser les campagnes des gadoues vertes, donc non fermentées et riches en eau, rencontrait diverses difficultés liées au succès croissant des engrais chimiques récemment découverts, mais également aux mauvaises odeurs dégagées lors du stockage des matières fermentescibles.

C'est pour résoudre ces problèmes que diverses villes adoptèrent de nouveaux dispositifs de traitement intensif des ordures, mis en œuvre dans des usines mécanisées situées en zone urbaine. Pour mémoire, si les premiers essais de crémation des ordures furent conduits outre-manche en 1870 à Londres, peu nombreuses étaient les villes équipées de fours d'incinération

en France au début du 20^{ème} siècle, à l'exception de Paris⁽³⁾ (premiers essais dès 1895 et première usine à St Ouen en 1908), Villeurbanne, Rouen et Le Havre.

En revanche, avec plusieurs dizaines d'installations, nos voisins britanniques et allemands adoptaient en grand nombre la voie thermique, couplée à une production d'électricité et à la fabrication de briquettes à partir du mâchefer.

C'est à peu près à cette époque, sur la base de travaux scientifiques précurseurs⁽⁴⁾ sur la nitrification du *sewage* (eaux usées) et la maturation du fumier, qu'un agronome italien, le docteur Giuseppe Beccari, mit au point un procédé novateur de transformation des matières organiques⁽⁵⁾, rapidement protégé par divers brevets à l'international⁽⁶⁾.

III La zymothermie, premier traitement biologique des ordures

Dérivé du grec *zymos*, qui signifie « ferment », la zymothermie des ordures des villes constitue une application industrielle des bonnes pratiques de gestion du fumier en Toscane. C'est ainsi à Florence que le procédé de *bec-carisation* fut appliqué, sans doute dans la première usine de compostage au monde⁽⁷⁾, pour une capacité annuelle de 44 000 tonnes de gadoues brutes.

Comme nous l'indiquent divers comptes-rendus⁽⁸⁾, dont un très officiel rapport au Ministre de l'agriculture⁽⁹⁾, l'usine de Florence transforme les ordures ménagères par le procédé Beccari, après tris manuels, en « *un produit solide, noirâtre, très divisé, inodore, qui renferme à plus forte dose tous les principes fertilisants contenus dans le fumier de ferme* ».

Ce terreau hygiénique, débarrassé de la grande majorité des microbes, est beaucoup moins encombrant que les gadoues brutes et beaucoup plus riche en azote, en acide phosphorique et en potasse. Le compost produit est donc aisément valorisable en agriculture et peut, si nécessaire et en cas de problèmes de débouchés, être brûlé pour produire de la chaleur et de l'électricité. Le tableau ci-dessus, d'après Bordas, présente les caractéristiques agronomiques du compost Beccari comparé au produit traditionnel non transformé.

Sur le plan des équipements et du process, les gadoues, après triage pour récupérer les chiffons, os, boîtes de conserves, etc., sont distribuées dans un ensemble de 204 cellules de 20 m³, où elles subissent pendant un temps de séjour de l'ordre de 40 jours une fermentation en réacteur clos qui permet une montée en température accélérée (60 à 70°C).

Les besoins d'aération indispensables aux réactions de compostage sont satis-

en %	Gadoues vertes de Paris	Gadoues noires issues du procédé Beccari		
		matière brute	après un tamisage	après deux tamisages
azote	0,45	0,97	0,79	0,83
phosphore P ₂ O ₅	0,59	0,61	0,57	0,63
potasse K	0,52	0,68	0,67	0,72

| Qualité agronomique des gadoues (Bordas, 1923).

faits par la présence (1) d'une dalle de ciment perforée située à une hauteur d'environ 20 cm au-dessus du radier, et (2) par des cannelures situées sur les 4 faces intérieures des réacteurs, protégées par un petit plan incliné des éventuelles chutes d'ordures. Les gaz riches en ammoniac produits lors de la fermentation des ordures sont récupérés par précipitation sous forme de sels⁽¹⁰⁾, dans une tourelle en ciment composée de 4 paliers en terre cuite disposés en chicane.

Enfin, le radier, constitué par un plancher béton incliné légèrement vers un puits équipé d'une pompe, permet de recueillir et recycler dans le process les jus libérés lors du compostage après arrosage des ordures.

80 références en Europe

Promis à un fort succès, le procédé se répand rapidement, avec plus de 80 références en Europe en 1935. Tandis qu'en Italie, Naples, Bologne, Carrare et Novare adoptent le système Beccari de traitement des ordures ménagères par fermentation en cellules closes, le Sud de la France, emboîte le pas, avec des usines à Cannes, Aix-en-Provence, Toulon, Avignon et Valence, une petite unité pilote étant réalisée à Marseille. De l'autre côté de la Méditerranée, les villes de Casablanca, Marrakech, mais également Alger s'engagent dans des essais et, pour certains, réalisent des usines.

Outre atlantique aux Etats-Unis, les villes de Patterson et Scarsdale s'équipent de cellules Beccari, tandis qu'en Suisse⁽¹¹⁾, la ville de Locle, qui a expérimenté en 1928 le procédé Beccari, souligne que

ce système « *remédie aux inconvénients du dépôt de gadoues à ciel ouvert car la transformation s'opère en 40 jours dans des cellules hermétiques closes sous l'influence de fermentations bactériennes* »

Perfectionnée par les travaux de Bordas et Verdier, la fermentation en vase clos par zymothermie allait également bénéficier des travaux du Dr Maréchal⁽¹²⁾, professeur à l'Ecole de Médecine et directeur des services d'hygiène du Doubs. Fort de ces améliorations, la ville de Narbonne adoptait à son tour en 1936 le système biologique de transformation des ordures⁽¹³⁾.

Dés lors, les constructeurs ne cessèrent de développer leurs offres et, une cinquantaine d'années plus tard, forte de ces premières expériences, la France comptait en 1985 plus d'une centaine d'usines de traitement biologique et 5 procédés de « tri compostage »⁽¹⁴⁾ :
— fermentation lente sur aire en andains, après traitement physique (Sual, Buhler, Luchoire, Gondard) ;
— fermentation accélérée en cellules horizontales, après traitement physique (OTV, Biotank) ;
— fermentation accélérée en cellules verticales closes, après traitement physique (Carel-Fouché, Triga, SGAD) ;
— traitement physique et biologique simultanée dans la même enceinte (cylindre tournant Sobea, Dano) ;
— autres filières telles que la fermentation en cellules avant traitement physique (Sofitom).

Aussi, en toute logique en 2010, le succès des TMB doit-il être analysé en



Audits, expertises et conseils pour :
- gestion des boues d'épuration
- compostage et méthanisation des déchets ménagers
- alimentation en eau destinée à la consommation humaine

Cabinet ACONSULT
Centre d'affaires des monts d'or
69 290 St Genis les Ollières
Tél : 04 78 57 39 39 - www.aconsult.fr

III considérant la longue histoire des traitements biologiques des ordures ! ■

Notes :

1. En particulier la loi sur l'hygiène publique du 13 février 1902, et la loi du 19 décembre 1917 sur les établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes, qui mentionne que pour délivrer ses autorisations, le préfet prend l'avis de la commission sanitaire locale, du service de l'inspection des établissements classés et de l'inspection du travail. De façon plus localisée, diverses ordonnances ont visé à contrôler les plaintes de riverains de dépôts d'immondices, dont celle du préfet de police de la Seine du 24 décembre 1881.
2. Dans le domaine de la biologie par exemple, depuis les travaux de Pasteur en 1860 sur les fermentations et les levures, il a pu être démontré qu'une régulation maîtrisée de la fabrication du vinaigre permettait de réduire le délai de fabrication de 2 à 3 mois à une dizaine de jours.
3. Essai à Paris de destruction par le feu des ordures ménagères, Petsche, ingénieur des Ponts & Chaussées, Le Génie sanitaire, juin 1896 p9.
4. Parmi les divers travaux réalisés sur le compostage, peuvent être cités : 1877 - JJT Schloesing et A Muntz, sur la nitrification par les ferments organisés ; 1900 - S Winogradsky, *Recherches sur les organismes de la nitrification : Influence des substances organiques sur le travail des microbes nitrificateurs*, Annales agronomiques ; 1902 - PP Dehérain, *Traité de chimie agricole* ; 1902 - E Wollny (traduit de l'allemand par L Grandeau), *la décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture...*
5. Brevet des Etats-Unis n°85567 du 21 mars 1916 pour un équipement de transformation des déchets et ordures des villes.
6. Societa Anonima Brevetti Beccari en Italie, Société d'exploitation des brevets Beccari SEBB en France, American Beccari Corporation aux Etats-Unis, Société anonyme agricole des brevets Beccari vaud für Landwirtschaft und Hygiene en Suisse...
7. Développé en Inde, le procédé Indore connaîtra également un certain succès, mais moindre. Voir pour une description du procédé l'article de Howard et Wad de 1931 *The Waste Products of Agriculture: Their Utilization as Humus*, Oxford University Press.
8. *Bulletin de la société d'horticulture de Cherbourg*, 1916 (p9) ; Gardener's Chronicle, 6 nov 1915 ; Le traitement des résidus urbains par fermentation en vase clos, procédé Beccari, J Bordas – le *Bulletin de la Sté d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, fev 1929 (p170-172).
9. C'est le dynamique ingénieur agronome Jacques Bordas, directeur de la station de recherches agronomiques d'Avignon, qui conduisit ce voyage d'étude.
10. Après réaction en présence de sulfates de fer, ou éventuellement, de terre argileuse, de tourbe, de charbon, de gypse, de superphosphates ou bien en milieu alcalin.
11. *Bulletin technique de la Suisse romande* / Volume 64 (1928) p266.
12. *Bacille thermophile et thermofermentation des ordures ménagères*, Revue d'Hygiène et de médecine préventive n°58, 1936 – p721-728.
13. « L'usine de traitement zymothermique des ordures ménagères de la ville de Narbonne », revue *Travaux*, n°42, juin 1936, pp. 306-308.
14. *Les résidus urbains, traitement et valorisation*, tome 2 sous la direction de Roger Dorfmann, Ingénieur gal honoraire des Services Techniques de la Ville de Paris, ancien membre du Conseil Sup d'Hygiène Publique de France. AGHTM-ASTEE, 1985.