

**Etude sur les déchets
cytotoxiques au Liban**

**Préparé par arcenciel dans le cadre du
projet LIFE 05 TCY /RL/ 138**



arcenciel.*aec*

Janvier 2009

Projet des déchets cytotoxiques :

1. Introduction

Les déchets des activités de soins sont "les déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire". (Définition de la réglementation française)

Les antinéoplasiques, aussi appelés cytotoxiques ou anticancéreux font partie des déchets à risque issus des déchets d'activités de soin. Ils ont la faculté de tuer les cellules vivantes ou d'interrompre leur croissance. Ils sont utilisés pour la chimiothérapie du cancer, traitement qui habituellement est effectué dans des centres spécialisés.

Compte tenu cependant du risque d'effets très sérieux pouvant résulter de leur rejet dans l'environnement, à savoir perturbation des processus reproductifs de diverses formes de vie, leur élimination doit être soumise à de grandes précautions. Les antinéoplasiques devraient être séparés des autres produits pharmaceutiques et stockés séparément dans des emballages clairement marqués à paroi rigide.

Les antinéoplasiques et leurs déchets ne devraient jamais être mis en décharge sans traitement préalable par solidification ou neutralisation (dégradation des molécules, protection,...). Les équipes de travail manipulant ces médicaments doivent éviter de broyer les cartons ou d'extraire les produits de leur emballage. De même, ces produits ne doivent être rejetés à l'égout qu'après un traitement de décomposition chimique, et ils ne doivent en aucun cas être rejetés sans traitement dans les eaux de surface ou les cours d'eaux naturelles, ou bien être mis en décharge sans traitement.

D'autre part, s'ils sont traités par une méthode inadéquate, les déchets cytotoxiques présentent un risque cancérigène direct pour l'Homme, provenant de l'émanation de fumées contenant des molécules actives lors de l'incinération à des températures faibles, ou bien s'ils sont déposés dans des zones non contrôlées (infiltration et pollution des eaux soit par les déchets cytotoxique ou bien par les métaux lourds).

Leur quantité est estimée inférieure à 5% de la totalité des déchets hospitaliers (Fig. 1). Encore, cette quantité est divisée en trois catégories : 20% absorbée par l'organisme, et 80% rejetés par les voies d'excrétions naturelles.

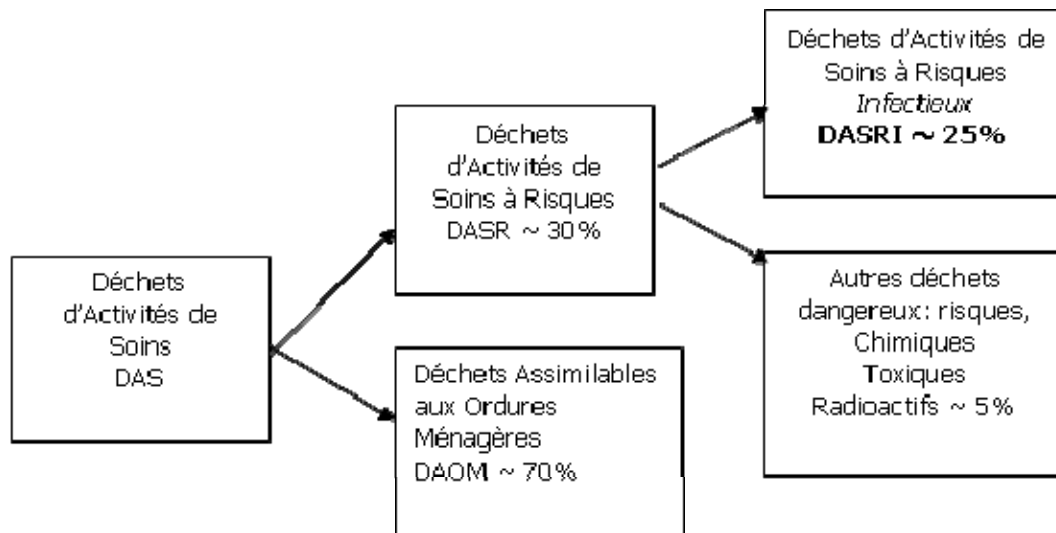


Figure 1. Différentes catégories des déchets des activités de soin

2. Elimination des déchets cytotoxiques

Plusieurs solutions sont admises pour le traitement des déchets cytotoxiques selon l'organisation mondiale de la santé. Dans des conditions idéales, ils devraient être placés dans des emballages sûrs et renvoyés pour élimination au fournisseur. Une autre méthode serait une solidification et un enfouissement. Cette solution ne concerne alors que l'excès de médicaments, non utilisés au sein de l'établissement de soin, et qui reste minime.

Si cette solution ne peut être appliquée, ils doivent être détruits dans un incinérateur à deux chambres, et équipé d'un système d'épuration des gaz de combustion. Ce carbonisateur peut être situé soit dans un site industriel (Cimenterie...), soit spécifique dans une décharge. Mais il faudra surtout faire une incinération à basse ou moyenne température.

2.1. Carbonisation

L'incinération est un domaine vaste, ancien mais toujours à la mode dans le traitement des déchets. La figure 2 résume les types d'incinérateurs les plus importants.

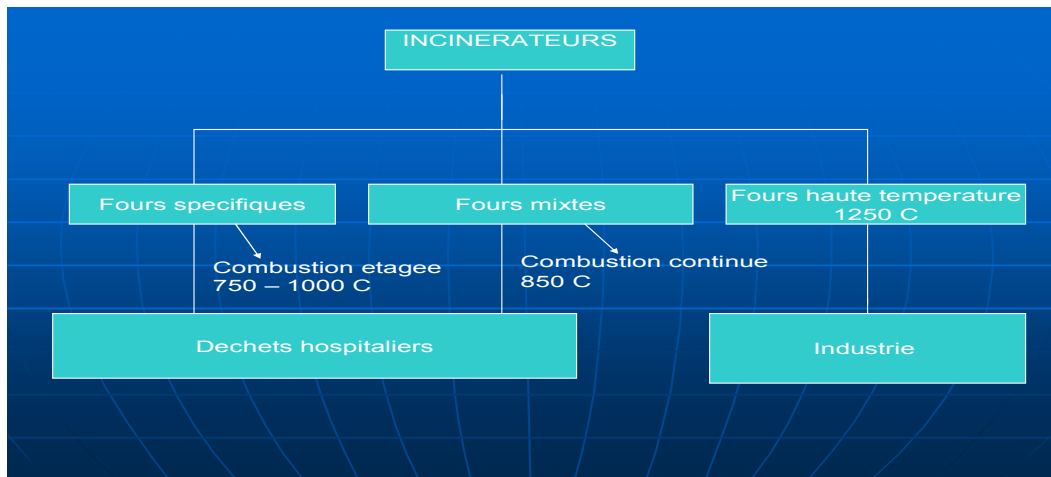


Figure 2. Différents types d'incinérateurs

Le système à double chambre ou étagée, fonctionnant à une température élevée (au moins 1200 °C dans la chambre secondaire) est le mieux adapté. La présence d'un dispositif de postcombustion (chambre secondaire) est importante pour la destruction des déchets cytotoxiques. Il y a en effet un risque que des aérosols de composés antinéoplasiques dégradés se forment lors de la combustion dans la chambre primaire et qu'ils s'échappent par la cheminée s'il n'y a pas une deuxième phase de combustion à température plus élevée. La chambre de combustion secondaire garantit l'incinération complète de ces produits.

Aujourd'hui, ces fours doivent être conformes aux spécifications de l'Arrêté ministériel du 25 janvier 1991 (Loi française) relatif aux usines d'incinération des déchets hospitaliers contaminés dans des usines d'incinération de résidus urbains. Il s'agit alors d'une installation classée qui doit être soumise à autorisation, conformément à la nomenclature 322B4 des installations classées.

Quant aux installations existantes ayant déjà fait l'objet d'une autorisation administrative, elles devront être également mises en conformité dans le cadre d'un échéancier décrit dans l'Arrêté ministériel du 25 janvier 1991 (Loi française).

2.1.1. Post-traitement

2.1.1.1. Les mâchefers

L'intérêt est de produire des matériaux utilisables en terrassement et en sous-couches de chaussées. Ces plates-formes permettent l'élaboration de matériaux à recycler

(graves de mâchefers, métaux ferreux et non ferreux) avec un rendement performant (96,7 % en moyenne).

2.1.1.2. Les fumées

Plusieurs traitements doivent prendre place en aval du carbonisateur. Les systèmes classiques présents sur le marché sont différents. Pourtant, deux étapes sont primordiales : L'électrofiltre pour la stabilisation des aérosols, et le charbon actif pour l'adsorption des furanes et dioxines.

2.1.1.3. Les REFIOM et les REFIDIS

La stabilisation-solidification des résidus d'épuration de fumée vise à obtenir des produits très peu nocifs pour l'environnement en répondant à plusieurs. Pour atteindre ces objectifs, il existe aujourd'hui plusieurs techniques: la solidification à base de liants hydrauliques (ciments, chaux...), l'encapsulation, la vitrification ...

2.2. Traitement des cytotoxiques par enfouissement

Dans le cas des cytotoxiques, les fûts devraient être remplis à 50 % de leur capacité de médicaments, après quoi un mélange homogène de chaux, de ciment et d'eau dans les proportions de 15/15/5 (en poids) devrait être versé de manière à remplir complètement le fût. Selon le cas, il pourra être nécessaire d'accroître la proportion d'eau pour obtenir une consistance suffisamment fluide. Les fûts devraient alors être fermés de manière étanche par un cordon de soudure ou des points de soudure et entreposés pendant 7 à 28 jours pour permettre la prise. On obtient ainsi un bloc solide et inerte dans lequel les déchets sont relativement bien protégés. Les fûts sont alors placés au front de travail d'une décharge dont le fond a été revêtu d'une couche imperméable d'argile ou d'une membrane.

3. Problématique et état des lieux pour l'application de ces techniques

L'absence d'une méthode adéquate pour le traitement des déchets cytotoxiques au Liban augmente le risque que portent ces déchets. Encore plus, différentes études ont montré que la gestion de ce type de déchets dans le contexte Libanais n'est pas aussi simple, les raisons étant les suivantes :

- ❖ Nous pouvons dire que nous avons des carbonisateurs au Liban. Les premiers sont soit situés dans les universités ou hôpitaux universitaires (AUB, BGUH), les deuxièmes sont situés sur des sites de cimenteries. Certes, pour les deux groupes cités, les systèmes de post traitements ne sont pas présents, ni les locaux sont aménagés. Selon l'avis des experts, ils peuvent être aménagés avec beaucoup d'argent et d'efforts. La carbonisation s'avère être une méthode onéreuse, à cause des faibles quantités de déchets cytotoxiques produites au Liban. Toutefois, couplés aux médicaments périmés, la quantité de ces déchets deviendrait plus importante. De plus, le Liban signataire de la convention de Stockholm est tenu à réduire le nombre d'incinérateurs qui sont présents sur la totalité de son territoire.
- ❖ L'exportation des déchets cytotoxiques du Liban n'est pas permise officiellement, parce que le Liban est signataire de la convention de Basel.
- ❖ La nature de la terre libanaise (argilo-humique) rend l'enfouissement des déchets dangereux. De même, la nature géographique du territoire libanais ne laisse pas trop d'espaces disponibles pour une telle solution.

4. Recherche de nouvelles solutions

Parmi les différentes méthodes présentes, la méthode de traitement des déchets cytotoxiques par une dégradation biologique semble être la plus pertinente. A ce niveau, l'axe EAU de l'équipe BioSym du Laboratoire de génie chimique – Toulouse, a élaboré un procédé de traitement qui peut éventuellement apporter la solution recherchée. Ce procédé permet la diminution significative de la concentration des molécules cytotoxiques dans les effluents hospitaliers. Ce procédé a été testé au laboratoire, et doit être validé dans une échelle industrielle. Une des possibilités serait l'optimisation de ce procédé de traitement au Liban, ce qui rend l'expérience en soi avanguardiste dans la région.

4.1. Possibilité d'application d'un procédé biologique au Liban

Les recherches menées au LGC concernent la faisabilité du procédé bioréacteur à membrane (BaM) pour le traitement d'effluents contenant des molécules cytostatiques. Les résultats des travaux ont aboutis à une thèse de doctorat. Les résultats dans leurs grandes lignes indiquent que le BaM est un procédé compatible avec le traitement souhaité, sous contraintes de conditions opératoires choisies, qui restent encore aujourd'hui à être optimisées. A priori ce procédé seul ne répond pas à

un critère d'élimination totale et il semble judicieux d'envisager très rapidement un procédé couplé (à priori oxydation) qui viendrait augmenter la biodégradabilité des molécules incriminées. Il est indispensable d'y travailler dessus au moins à l'échelle pilote, Oxydation + traitement biologique.

Le procédé Bioréacteur à membrane est breveté et il existe plusieurs unités commerciales. Le LGC a travaillé sur le projet avec la société « Pall », qui a l'habitude de monter ce type de pilotes en secteur industriel. La société Veolia est aussi un fournisseur bien placé sur le marché, avec une forte expérience sur des stations plutôt « domestiques ». La société Pall actuellement ne souhaite plus s'engager sur des actions de recherche, mais une action « d'implantation » est probablement envisageable. Par ailleurs, une demande de financement à l'ANR impliquant la société Veolia pour l'implantation et l'étude d'une unité pilote à la sortie du centre de soin de cancérologie à Toulouse est en préparation.

L'accréditation du procédé va reposer sur l'analyse des performances. Cela relève d'organisme tel que l'AFSSET en France (agence française de sécurité sanitaire et du travail). Aujourd'hui, une question importante est posée sur cette analyse : faut-il à tout prix analyser le contenu des effluents molécules par molécules, stratégie difficile à appliquer dans les gammes de concentrations concernées. Par contre, des tests d'« effet » sont en cours d'élaboration.

4.2. Intérêts des différents partenaires et division des tâches

4.2.1. Laboratoire de Génie chimique-Toulouse

L'intérêt du labo est surtout de valider la technologie sur « terrain ». La collaboration entre le LGC et le Liban, via divers stages ou encadrement commence à être une histoire « longue » de plusieurs années. Considérant l'association arcenciel, avant tout association humanitaire, qui d'une part a pris conscience du problème posé par les effluents hospitaliers, d'autre part s'engage à trouver les moyens pour y remédier, je trouve dans cette collaboration potentielle une situation qui répond à l'engagement social. D'autre part, arcenciel étant un organisme non gouvernemental à but non lucratif, est à la fois prestataire de service d'intérêt public qui assure déjà la gestion des déchets hospitaliers au Liban à un coût très faible. Cela permettra au LGC de tester le procédé, et d'avoir un retour quantitatif et qualitatif de données à un prix d'investissement minimal.

4.2.2. La Faculté des Sciences (USJ)

4.2.3. arcenciel

arcenciel est une association libanaise à but non lucratif, apolitique et non-confessionnelle, fondée le 21 novembre 1985 et reconnue d'utilité publique le 18 novembre 1995 par décret N° 7541. arcenciel travaille pour toute personne en difficulté, sans aucune discrimination d'âge, de sexe, de religion, de culture, de race, de nationalité... arcenciel mène son action dans plus de dix centres répartis sur tout le territoire libanais et à travers sept programmes : réhabilitation, emploi, social, jeunesse, santé, environnement et agriculture.

Arcenciel qui œuvre pour le développement durable et qui assure la gestion des déchets hospitaliers au Liban a plusieurs objectifs à atteindre :

- Un objectif social: établir un système de gestion des déchets à risque chimique au sein des établissements de soins au Liban
- Un objectif environnemental: Trouver une solution finale, durable à impact environnemental positif, pouvant substituer l'incinération

En partenariat avec le LGC et l'USJ elle rédigera le projet pour assurer les différentes ressources financières. arcenciel est à la fois proche des hôpitaux, un partenaire des ministères de l'environnement et de la santé, et a déjà une grande expérience dans la gestion des déchets hospitaliers (Projet LIFE). D'autre part, sa relation avec les différentes universités du Liban lui permet d'assurer la crédibilité scientifique et le contrôle de la qualité.

5. Modalités pratiques

- ❖ Au Liban, la quantité maximale de déchets cytotoxiques ne dépasse pas les 2000 Litres s'ils sont séparés du reste des effluents. Encore plus, les services d'oncologie au Liban sont peu nombreux. Cela permet d'envisager une seule centrale de traitement au Liban, avec un système de tri et de collecte (qui peut se baser sur l'expérience déjà acquise avec les déchets à risque infectieux). Les effluents cytotoxiques peuvent être séparés des restes, puis traités.
- ❖ Afin d'assurer la validation du procédé, des quantités précises d'effluents doivent être assurées, entre 50 et 100 l/h ; soit entre 1,2 et 2,5 m³/jour. Il faut compter une cuve d'au moins 1m³. Selon le paramètre « âge de boue » choisi (temps de séjour hydraulique des boues dans le réacteur), soit entre 15 et 50 jours, la campagne

expérimentale doit au moins durer 3 fois l'âge de boue, soit de 1,5 mois à 6 mois respectivement. Idéalement, 1 année permet de voir aussi les fluctuations dues aux saisons.

- ❖ En partant de l'hypothèse de base qu'un lit d'hôpital produit 100 litres d'eau usée par jour, toute eau usée confondue, pour un hôpital de 300 lits, on a 300m³ d'eau à traiter par jour.
 - Le procédé avec membrane externe (qui a une préférence) nécessite 150m² de membrane à 3000 € le m², soit 450.000 € d'investissement. (on peut dire que seule la membrane coûte, les autres installations nécessaires, même si non directement proportionnelles à la surface de membrane nécessaire, sont incluses dans le coût). Il faut ensuite compter 400W d'énergie pour le fonctionnement. En gros, une membrane externe a 10 ans de vie.
 - Le procédé avec membrane immergé (qui n'a donc pas leur préférence...) nécessite 1250m² de membrane à 200€ le m², soit 250.000€ d'investissement. (pareil, pour les autres coûts). Il faut ensuite compter 200W d'énergie pour le fonctionnement. En gros, une membrane immergée a 2 ans de vie.