



n° 9398

ETUDE EXPERIMENTALE D'AEROSOLS

D'EAUX RESIDUAIRES

ÉTUDE N° 7
MARS 1982

SOMMAIRE

	Page
RESUME	5
MICRORESUME	6
INTRODUCTION	9
I - Matériel et techniques d'études	11
1.1. L'appareil d'Andersen	11
1.2. Boîtes de Pétri	13
1.3. Météorologie	13
1.4. Interprétation des résultats	14
II - Contamination aérienne aux abords d'une station d'épuration	25
2.1. Présentation de la station	25
2.2. Expérimentations	25
2.3. Interprétation	26
2.3.1. Appareil d'Andersen	26
2.3.2. Boîtes de Pétri	38
2.3.3. Liaisons avec la flore bactérienne du bassin d'aération	43
2.3.4. Espèces microbiennes recueillies	45
2.3.5. Aspects respiratoires	47
III - Les aérosols produits par l'aspersion d'eaux usées traitées	55
3.1. Présentation	55
3.2. Aspersion à basse pression	56
3.3. Asperseurs haute pression	62
3.4. Aspersion d'effluents chlorés	68
IV - Comparaisons	70
4.1. Autres études sur la granulométrie des aérosols émis par les stations de traitement d'eaux résiduaires	70
4.2. Aéroaspersion des effluents	70
4.3. Aération des effluents et aéroaspersion : comparaison	70
V - Conclusions	73
BIBLIOGRAPHIE	75

RESUME

- 1 - Des études menées en 1980 et 1981 aux abords d'une station d'épuration à boues activées équipée d'une turbine lente et lors d'expérimentations en bordure de champs de maïs irrigués avec des eaux résiduaires traitées par des asperseurs à haute ou basse pression, ont permis d'aborder sur des bases objectives le problème des aérosols d'eaux usées, et surtout de comparer l'intensité de la contamination aérienne à proximité de diverses catégories d'émetteurs.

- 2 - La granulométrie de l'aérosol est certainement un facteur essentiel de l'interprétation, puisque le comportement des particules aérogènes dans l'arbre respiratoire dépend de leur taille. L'étude de ce paramètre a pu être abordée grâce à l'utilisation d'un échantillonneur d'Andersen.

- 3 - On dispose de peu de renseignements sur le nombre de germes effectivement portés par une particule viable. On a tenté ici une approche quantitative qui, malgré les hypothèses accumulées, tend à montrer que l'effectif pour une particule dépend à la fois de la densité microbienne initiale et de la taille de la particule. De la combinaison de ces facteurs, il résulte que les particules les plus fines sont très probablement unigermes, et que ce pourrait encore être le cas pour nombre de particules d'assez forte taille lorsqu'on nébulise un effluent traité, tandis que les particules aérogènes émises par un bassin à boues activées peuvent porter des effectifs assez importants.

- 4 - La connaissance de la granulométrie de l'aérosol a permis ensuite d'évaluer le nombre de particules gagnant les divers compartiments respiratoires en fonction de l'activité physique du sujet, et d'avancer une estimation approximative du nombre de germes correspondant.

- 5 - Une décroissance rapide du nombre des particules viables a été constatée dès que l'on s'éloigne de quelques dizaines de mètres de l'émetteur. Dans la situation étudiée, la contamination retombe à un niveau très modérément supérieur au bruit de fond à moins de cent mètres de la source.
- 6 - En dehors de la zone d'embruns, l'aspersion d'effluents traités ne paraît pas être, bien au contraire, à l'origine d'une contamination aérienne supérieure à celle que peut émettre le bassin à boues activées d'une collectivité.

MICRORESUME

Etude expérimentale de divers émetteurs d'aérosols d'eaux résiduaires (bassin à boues activées, asperseurs à haute et basse pression) - Appréciation de la granulométrie et de la charge microbienne. Comportement des particules aérogènes dans l'appareil respiratoire. Evaluation du nombre de particules et de germes inhalés.

*CEMAGREF. Groupement de Bordeaux, Section Qualité des eaux
50 avenue de Verdun, Gazinet. F 33610 CESTAS PRINCIPAL
Tél. (56) 36-09-40 - TELEX :*

Etude n° 7 - Février 1982.

INTRODUCTION

Longtemps négligés, les aérosols d'eaux résiduelles font depuis quelques années l'objet d'études relativement nombreuses, dont une synthèse a été présentée par ailleurs (CEMAGREF 1981).

Les émetteurs principaux sont les stations de traitement d'eaux résiduelles, surtout les bassins de boues activées. Les dispositifs d'épandage agricole d'effluents traités ou non traités pourraient également constituer des sources importantes mais, s'il existe plusieurs milliers de stations en service, une réglementation extrêmement restrictive a toujours limité, pratiquement interdit, l'épandage par aspersion. L'intérêt qui se manifeste cependant pour ce mode de traitement et d'utilisation des effluents urbains ou industriels a conduit à entreprendre quelques réalisations expérimentales. La section "Qualité des Eaux" du Groupement de Bordeaux du CEMAGREF a participé aux études dont l'une d'entre elles a fait l'objet en 1980 et 1981.

Il est assez surprenant de constater que, si des craintes d'ordre sanitaire ont amené à restreindre le développement de l'aspersion, les prescriptions relatives aux stations d'épuration sont relativement très peu contraignantes. Ces ouvrages sont pourtant fréquentés quotidiennement par des personnels dont l'effectif doit atteindre au total plusieurs milliers de personnes, et il est courant de constater qu'ils voisinent avec des habitations dont les occupants se plaignent parfois de bruits ou d'odeurs, presque jamais d'inconvénients d'une autre nature. Le contraste est donc net. Reste à savoir s'il est effectivement justifié par une différence d'intensité de la contamination aérienne et surtout par une détérioration du niveau de santé des sujets exposés.

Dans l'absolu, la réponse ne pourrait guère être donnée que par des enquêtes épidémiologiques. Il est cependant possible de fournir des éléments de comparaison par la mise en balance des densités d'aérosols émis par l'un et l'autre type d'installation. C'est ce qui a été tenté ici.

Les études d'aérosols font habituellement une large part à la microbiologie, surtout à la recherche et à l'identification des germes témoins de contamination fécale (ou d'autres traceurs bactériens jugés mieux adaptés) ou des germes pathogènes (CEMAGREF 1982). La démarche suivie pour ce travail a été quelque peu différente, puisque l'attention a été focalisée sur l'abondance et la granulométrie des particules porteuses de germes ("particules viables"). De la granulométrie dépend le devenir des particules de l'aérosol dans l'appareil respiratoire, leur comportement pouvant par ailleurs être modifié en fonction du volume respiratoire courant (CHRETIEN, 1976). Le volume inspiré comme le rythme de la respiration sont à leur tour liés à l'activité physique du sujet, et on conçoit que le nombre et le comportement des particules inhalées dépend finalement de ce dernier paramètre. On rejoint ainsi le problème des conditions de travail des personnels en contact avec les eaux résiduaires, autre préoccupation de la Section depuis quelques années. (1)

(1) - Outre les études déjà mentionnées (CEMAGREF 1981, 1982), voir :

BOUNLAN T. - *Les problèmes de sécurité des stations de traitement d'eaux résiduaires : le risque de chute et de contamination - Rapport de stage (IUT Hygiène et Sécurité Bordeaux). CTGREF, Bordeaux, 1980, 45 pp. + annexes (non diffusé).*

BOUTIN P. et al. - *Hygiène et Sécurité sur les stations de traitement d'eaux résiduaires urbaines - Techn. Sci. Mun. - l'Eau, 1980, n°1, 3-14.*

V - CONCLUSIONS

L'étude expérimentale de deux catégories d'émetteurs d'aérosols, une station à boues activées d'une part, des asperseurs à haute et basse pression répandant un effluent traité par voie biologique d'autre part, a permis de préciser le problème de la contamination aérienne par les aérosols d'eaux résiduaires.

Le niveau de cette contamination apparaît relativement modéré dès qu'on s'éloigne de ce qu'on pourrait appeler le zone des embruns. Quelques dizaines de mètres suffisent pour le réduire considérablement ; à 100 ou 200 m, on ne doit plus guère le distinguer du niveau normal en ambiance non polluée.

L'étude de la granulométrie des aérosols semble faire apparaître des différences appréciables dans la distribution des diamètres aérodynamiques des particules selon la nature de l'émetteur : des études complémentaires sont indispensables pour confirmer s'il s'agit bien là d'une caractéristique propre au dispositif disperseur, et évaluer la part des conditions extrinsèques (météorologie notamment) et intrinsèques.

Le nombre de particules viables retenues dans l'arbre respiratoire et leur destinée ultérieure sont sous la dépendance de deux facteurs, la granulométrie de l'aérosol et l'activité physique du sujet exposé. Les diagrammes de répartition entre compartiments respiratoires peuvent donc prendre des allures très différentes selon la granulométrie. Le nombre de particules viables à lui seul ne permet donc pas une exacte appréciation du risque.

Les aérosols fins ont tendance à pénétrer plus avant, et l'accroissement de l'activité augmente considérablement le nombre de particules gagnant le poumon profond, considération à balancer avec le fait que les particules fines seraient généralement unigermes, tandis que les particules de forte taille porteraient un nombre plus élevé de bactéries, variable d'ailleurs avec la densité bactérienne initiale du milieu nébulisé.

La mise en évidence de la part considérable prise dans l'épuration par la capture et l'évacuation des particules d'aérosol pour les épithéliums ciliés bronchiques devrait amener à prendre en compte les agressions que ce mécanisme de défense est susceptible de subir. Le risque encouru est certainement majoré dans une zone de forte pollution atmosphérique habituelle, ou pour un sujet fumeur, bronchitique ou emphysemateux. Le risque ne doit cependant pas être surestimé. Il est probablement faible en dehors de la zone des embruns, après évaporation des gouttelettes initialement formées. Une position plus nuancée est à préciser à l'intérieur de cette zone, lorsqu'on opère sur des liquides très fortement contaminés. Cependant, même dans ces conditions apparemment défavorables, les études épidémiologiques menées sur les travailleurs des stations d'épuration semblent bien confirmer qu'il reste à un niveau très bas pour des adultes en bonne santé.

Ces constatations somme toute rassurantes n'autorisent cependant pas à faire n'importe quoi, n'importe où et n'importe comment, d'autant plus que les expérimentations se sont déroulées dans des conditions relativement peu favorables à une diffusion lointaine de l'aérosol. La haute végétation des maïs a pu jouer à cet égard un rôle déterminant pendant les essais de juillet-août 1980. Il existe d'autre part des sujets sensibles du fait de l'insuffisance de leurs mécanismes de défense. Il paraît donc indispensable d'imposer aux stations d'épuration comme aux épandages par aéroaspersion une couronne de sécurité non aedificandi, et à fréquentation prolongée exceptionnelle.

Mais une des conclusions -provisoire et sujette à révision- les plus notables est que l'intensité de la contamination aérienne n'est sans doute pas supérieure, bien au contraire, aux abords d'un épandage par aspersion d'eaux résiduaires traitées qu'à proximité d'une station d'épuration à boues activées, et sans doute du même ordre avec des effluents bruts. Peut-être, en se montrant rigoureux sur les "bonnes pratiques" à respecter, peut-on trouver là une incitation à la réutilisation agricole des eaux résiduaires par une technique considérée jusqu'à présent avec la plus extrême méfiance ?