

UTILISATION DE L'OZONE COMME AGENT STERILISATEUR DE L'EAU DE MER POUR L'EPURATION DES COQUILLAGES

par Y. FAUVEL

Le principe de l'épuration des coquillages est basé sur le fait que l'on peut éliminer les germes contenus dans leur appareil digestif en les immergeant dans une eau parfaitement stérile.

Pour obtenir cet élément, l'eau stérile, plusieurs procédés physiques ou chimiques ont été expérimentés. Les plus courants sont les suivants :

1) les rayons ultra-violets, utilisés en Espagne (ROMAGOSA-VILA, 1956) et en Angleterre (WOOD, 1961) ;

2) le chlore, sous forme d'hypochlorite, a fait l'objet d'une étude approfondie de la part de DODGSON en 1928 ; cette méthode, mise au point depuis de nombreuses années, est appliquée en France dans six stations d'épuration parmi les sept en activité ;

3) le chlore, sous la forme gazeuse, comme c'est le cas à la station d'épuration de Sète ;

4) l'ozone. —

Cette dernière technique, préconisée dès 1929 par VIOLLE pour la stérilisation de l'eau de mer n'était pas, jusqu'à une date très récente, employée industriellement pour l'épuration des coquillages. Les essais effectués à la station d'épuration de Sète au cours de ces derniers mois ont, à notre avis, montré l'intérêt de son utilisation ; c'est pourquoi il nous semble utile de donner ici quelques précisions sur le matériel utilisé et les premiers résultats obtenus.

I. - Matériel (fig. 1).

Le matériel en place comprend :

a) une pompe d'un débit horaire de 40 m³ ;

b) un ozoneur-bloc breveté par la Société Entreprise et Epuration de Bruxelles, type « à plaques », dont les électrodes, construites en « alpax » (aluminium + 9 % de silice), ont la forme de plateaux circulaires creux ; ce modèle à 6 effluves a une production totale de 60 g/heure d'ozone ;

- c) un appareil de dessiccation S.E.E. basé sur la combinaison de deux méthodes, la réfrigération et la dessiccation sur gel de silice ;
- d) un émulseur S.E.E. en acier inoxydable.

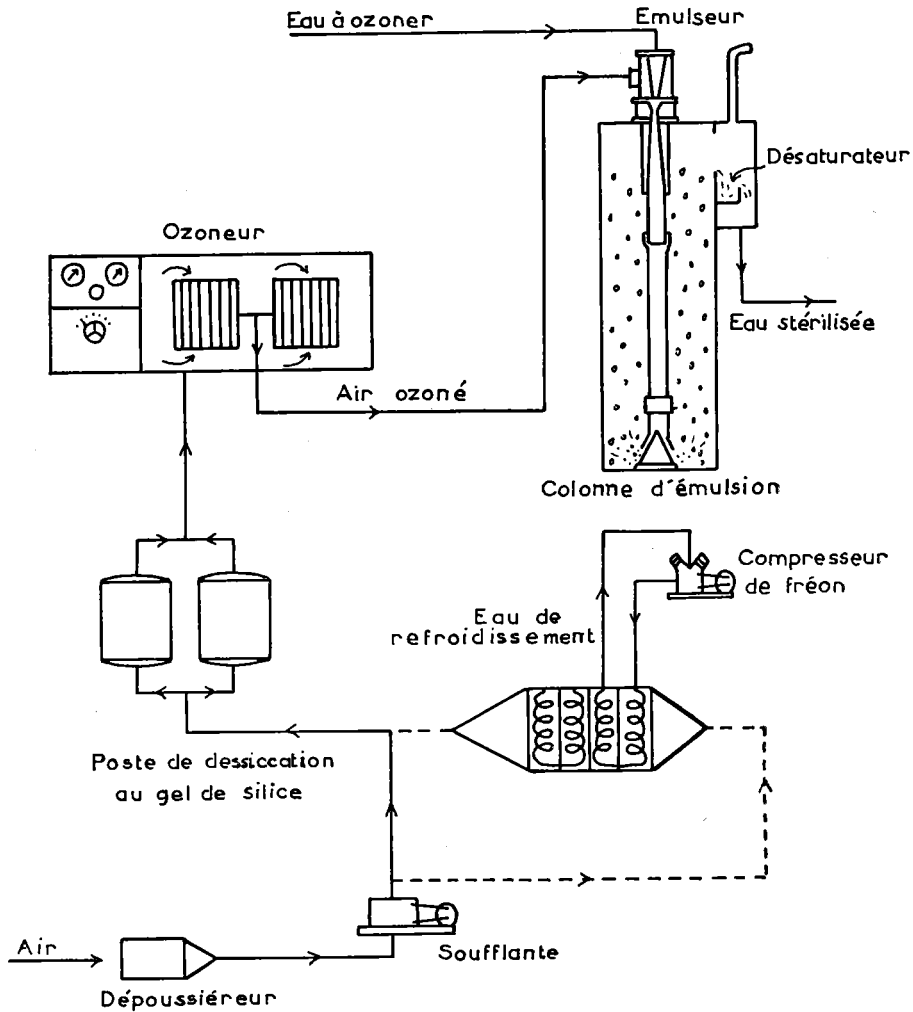


FIG. 1. — Schéma d'une installation de stérilisation de l'eau par l'ozone avec dessiccation de l'air (d'après « l'Ozone et la stérilisation des eaux » S.E.E. Bruxelles).

2. - Fonctionnement.

Dans l'ozoneur-bloc les électrodes suspendues verticalement les unes à côté des autres, avec interposition de diélectriques et serrées ensemble, forment un bloc condensateur.

Les électrodes sont raccordées alternativement à l'une et l'autre borne du secondaire du transformateur d'alimentation en haute tension. Une des bornes est mise à la terre ; les plaques

correspondantes sont à la masse dans l'ozoneur, les autres plaques étant isolées par le système de suspension. Les deux diélectriques séparant une paire d'électrodes sont écartés l'un de l'autre par interposition de cales en verre. Les espaces circulaires compris entre les diélectriques forment les zones d'effluves. L'air à traiter passe radialement à travers les zones d'effluves, se dirigeant de la périphérie des diélectriques vers leur centre. Les électrodes mises à la terre sont refroidies à l'eau.

Un rendement satisfaisant ne pouvant être obtenu qu'en travaillant avec de l'air préalablement desséché (l'air rentrant dans les ozoneurs ne doit pas renfermer plus de 2 g de vapeur d'eau par m³), il est utile de procéder à la dessiccation.

De plus, l'air d'alimentation peut être refroidi dans un groupe frigorifique à + 5° C de manière à condenser la plus grande partie de la vapeur d'eau qu'il renferme ; ce complément d'installation, qui ne figure d'ailleurs pas à Sète, permet de réduire au dixième la capacité de l'installation d'adsorption sur gel de silice. En effet, l'hydratation du gel de silice s'accompagne d'un fort dégagement de chaleur qui élève la température de l'air de 10 à 15° C.

Aussi, dans les régions chaudes, si l'air n'entrait pas dans le filtre à gel de silice à basse température il faudrait le refroidir à la sortie pour le ramener aux environs de la température ambiante qui est celle de fonctionnement des ozoneurs.

L'installation d'adsorption comprend deux filtres à gel de silice parcourus par l'air, de bas en haut. Chacun d'eux est prévu pour fournir de l'air sec au débit nominal, pendant une période de fonctionnement de l'ordre de 8 heures. Un filtre est en service tandis que l'autre est en régénération. La réactivation du gel de silice s'opère en y insufflant un courant d'air ayant passé par un réchauffeur.

L'émulseur est alimenté par l'eau à stériliser qui, à sa sortie de la tuyère, aspire l'air ozoné et forme avec lui une émulsion. Le mélange air-eau est conduit vers le fond de la colonne avec un dispositif de turbulence ; la pression hydrostatique assure une fine dispersion de bulles gazeuses et par conséquent une parfaite dissolution de l'ozone. L'eau traitée remonte ensuite vers la partie supérieure traversée par de fines bulles d'air ozoné qui continuent à participer aux réactions d'oxydation. La durée de séjour dans la colonne d'émulsion est de l'ordre de 10 minutes.

3. - Essais effectués. Résultats obtenus.

1° Essais sur les moules (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK).

Deux lots de moules polluées provenant des canaux de Sète furent successivement placés dans les bassins conçus pour l'épuration (LADOUCE, FAUVEL, BOURY, 1958) et remplis d'eau ayant subi un traitement à l'ozone selon le procédé décrit : chaque lot comprenait respectivement 200 kg de coquillages répartis dans un bassin isolé à cet effet, sous une concentration relativement faible : 5 kg au m². Le traitement a consisté en deux bains de 24 heures, soit au total 48 heures d'immersion. L'estimation de la pollution de la chair comme celle du liquide intervalvaire a été faite sur bouillon peptoné phéniqué avec incubation à 41° ; elle concerne les coliformes. Les résultats sont fournis par litre du liquide étudié (chair dilacérée ou eau intervalvaire) (tabl. 1).

Il est à remarquer que, contrairement à ce qui a pu être constaté dans l'immersion en bassin d'eau stérilisée au chlore, les moules se fixent entre elles par le byssus dès les premières 24 heures de manière très apparente. Ce phénomène, le « grappage », a sur le plan pratique une grande importance : les moules nécessairement « dégrappées » avant épuration, résistent mieux au transport, par

la suite, si elles se sont « regrappées » au cours de l'opération. Ce « grappage » peut être expliqué par le maintien d'un taux convenable d'oxygène dissous dans l'eau des bassins.

1 ^{er} lot		Durée du traitement	2 ^e lot	
Température de l'eau (° C)	Coliformes/l		Coliformes/l	Température de l'eau (° C)
21°50	ch : 45 000	0 h	ch : 60 000	24°
	ch : 600	24 h	ch : 2 400	
22°	ch : 0	48 h	ch : 0	25°
	lv : 160		lv : 400	

TABLEAU 1. — *Traitement des moules à l'ozone. Résultats obtenus au cours des essais d'épuration par l'ozone faits à Sète (ch = chair ; lv = liquide intervalvaire).*

Etant donné la vitalité déployée par les moules placées en eau oxygénée la question s'est posée de savoir si cette vitalité, peut-être excessive, n'était pas nuisible à la conservation des mollusques après traitement. A cet effet, les moules des deux premières expériences ont été placées dans les conditions normales d'expédition, en emballages fermés. Après 24 h, à l'ouverture des colis déposés dans un lieu soumis aux variations de température, aucune mortalité n'a été constatée.

Température de l'eau (° C)	Coliformes/l	Durée du traitement
25°	ch : 60 000	0 h
	ch : 18 000 lv : 30 000 +	24 h
	ch : 3 000 lv : 2 000	48 h
24°	ch : 0 lv : 400	72 h

TABLEAU 2. — *Traitement des palourdes à l'ozone. Résultats obtenus aux cours des essais d'épuration par l'ozone faits à Sète.*

2° Essais sur les palourdes (*Tapes decussatus* LINNÉ).

Pour confirmer les résultats obtenus sur les moules, un lot de 10 kg de palourdes a été placé dans un bac expérimental contenant 300 litres d'eau de mer. Dans ce cas la concentration est celle habituellement pratiquée dans les opérations d'épuration : 30 kg au m².

Au moment de la mise en bassin la pollution dans la chair a pu être estimée à 60 000 coliformes/l. Le taux est tombé à 18 000 après 24 h, à 3 000 après 48 h et à 0 après 72 h (tabl. 2). En

ce qui concerne le liquide intervalvaire le nombre de coliformes/l était de 400 après 72 heures.

Comme on l'a constaté pour les autres procédés, l'épuration se fait plus lentement pour les palourdes que pour les moules.

3° Comparaison entre la méthode au chlore gazeux et la méthode à l'ozone.

Nous avons cherché à effectuer cet essai comparatif sur des coquillages fortement pollués.

Il s'agissait de 20 kg de palourdes pêchées dans les zones insalubres de l'étang des Eaux Blanches près de Sète et placées pendant 48 h au débouché des égouts de ce port. Ces palourdes ont été réparties en deux lots, d'égale importance, et placés chacun dans un bac de 300 litres.

Le premier bac contenait de l'eau de mer chlorée renouvelée toutes les 24 heures, le second de l'eau de mer traitée à l'ozone également renouvelée toutes les 24 heures.

Traitement au chlore			Traitement à l'ozone	
Coliformes/l	T° C	Durée du traitement	T° C	Coliformes/l
ch : 120 000	22°	0 h	22°	ch : 120 000
ch : 90 000 lv : 8 000		48 h		ch : 90 000 lv : 10 000
ch : 60 000 lv : 4 700	20°40	72 h	20°40	ch : 6 000 lv : 1 000
ch : 24 000 lv : 2 500		4 jours		ch : 1 800 lv : 500
ch : 1 200 lv : 400		5 jours		ch : 0 lv : 100
Individus morts : 20				Individus morts : 8

TABLEAU 3. — *Traitement des palourdes à l'ozone et au chlore. Résultats obtenus au cours des essais d'épuration par l'ozone faits à Sète.*

Dans les deux cas, la pollution de la chair au moment de la mise en bac était de 120 000 coliformes/l. Le tableau 3 indique les résultats des numérations. Le résultat final est le suivant :

a) *traitement au chlore*, après 5 jours, le nombre de coliformes/l est de 400 dans le liquide intervalvaire, le nombre d'individus morts à la fin du traitement peut être chiffré à 9 % ;

b) *traitement à l'ozone*, à la fin des opérations, le nombre de coliformes/l est de 100 dans le liquide intervalvaire, le pourcentage des individus morts après 5 jours est seulement d'environ 2 %.

En résumé, tout en prenant les précautions qui s'imposent pour l'interprétation de résultats seulement préliminaires, on est en droit de tirer certaines conclusions.

1° Comme l'a constaté VIOLLE, l'eau de mer ordinaire est parfaitement stérilisée par l'ozone.

2° Le traitement en eau de mer ozonée n'a pas, bien au contraire, une action défavorable sur la vitalité des coquillages .

3° Par rapport au traitement au chlore celui à l'ozone paraît donner des résultats plus rapides et présenter ainsi dans la pratique commerciale de réels avantages.

4° Les coquillages traités à l'ozone gardent leur saveur d'origine tandis qu'après passage en eau de mer traitée au chlore et à l'hyposulfite ils paraissent s'adoucir.

AUTEURS CITÉS

ANONYME. — L'ozone et la stérilisation des eaux. — *Notice éditée par la Société d'Épuration et d'Entreprise*, Bruxelles.

DODGSON (R. W.), 1928. — Report on mussel purification. — *Fish. Invest.*, serie II, **10** (1).

LADOUCE (R.), FAUVEL (Y.), BOURY (M.), 1958. — Technique de l'épuration des coquillages. — « *Science et Pêche* » *Bull. Inf. Document. Inst. Pêches marit.*, n° 58.

ROMAGOSA-VILA (J. A.), 1956. — Los rayos ultravioletas en el sancamiento de los moluscos. — *Reunion de Bromatologos espanoles*, San Sebastian.

VIOLLE (H.), 1929. — De la stérilisation de l'eau de mer par l'ozone. Applications de cette méthode pour la purification des coquillages contaminés. — *Rev. hyg.* (1), janvier.

WOOD (P.), 1961. — The purification of oysters in installations using ultra-violet light. — *Fish. Invest.* **23** (6).
