

UTILISATION DE L'OZONE COMME AGENT STÉRILISATEUR DE L'EAU DE MER POUR L'ÉPURATION 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-violet, 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.

Le matériel en place comprend (fig. 1) :

- 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.

II. — 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 au 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.

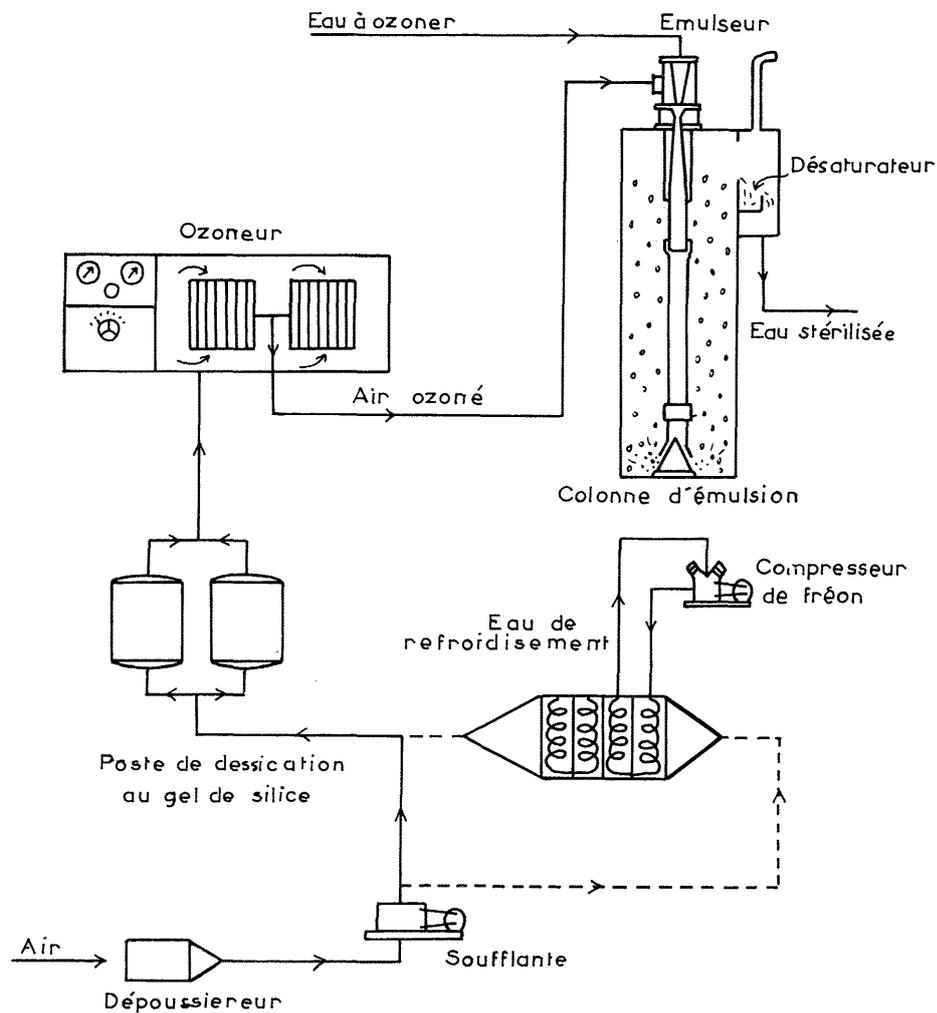


FIG. 1. — Schéma d'une installation de stérilisation de l'eau par l'ozone, avec dessiccation de l'air (d'après « l'Ozone et la stérilisation des eaux » S.E.E Bruxelles).

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 ozonées qui continuent à participer aux réactions d'oxydation. La durée de séjour dans la colonne d'émulsion est de l'ordre de 10 minutes.

III. — Essais effectués. Résultats obtenus.

1^o) *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).

| 1 ^{er} lot | | 2 ^e lot | |
|----------------------|--|---------------------------|----------------------|
| Température de l'eau | Coliformes/l | Coliformes/l | Température de l'eau |
| 21°50 | ch : 45 000 origine ch : 600 après 24 h | ch : 60 000 ch : 2 400 | 24° |
| 22° | ch : 0 après 48 h lv : 160 après 48 h | ch : 0 lv : 400 | 25° |

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).

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 après épuration si elles se sont « regrappées » au cours de l'opération.

La raison du « grappage » peut être attribuée au maintien d'un taux convenable d'oxygène dissous dans l'eau des bassins.

Étant 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.

2^o) *Essais sur les palourdes* (*Tapes decussatus* L.).

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.

| Température de l'eau | Coliformes/l |
|----------------------|--|
| 25° | ch : 60 000 origine ch : 18 000 après 24 h lv : 30 000 + — |
| 25° | ch : 3 000 après 48 h lv : 2 000 — |
| 24° | ch : 0 après 72 h lv : 400 — |

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

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 est 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^o) *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'agit 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 égoûts 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 contient 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.

Dans les deux cas, la pollution de la chair au moment de la mise en bac était de 120 000 coliformes/l.

a) *Traitement au chlore.* Dans le cas du traitement au chlore, la diminution de la pollution de la chair peut se chiffrer de la manière suivante :

| | | |
|---------------------|-------|-----------------|
| 90 000 coliformes/l | | après 48 heures |
| 60 000 » | | » 72 » |
| 24 000 » | | » 4 jours |
| 1 200 » | | » 5 » |

Après 5 jours, le nombre de coliformes/l était de 400 dans le liquide intervalvaire (tabl. 3). Le nombre d'individus morts à la fin du traitement peut être chiffré à 9 %.

b) *Traitement à l'ozone.* Pour le traitement à l'ozone les observations se traduisent ainsi :

| | | |
|---------------------|-------|-----------------|
| 90 000 coliformes/l | | après 48 heures |
| 6 000 » | | » 72 » |
| 1 800 » | | » 4 jours |
| 0 » | | » 5 » |

A 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 %.

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

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

Ainsi, tout en prenant les précautions qui s'imposent pour l'interprétation des résultats somme toute 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.

Institut des Pêches maritimes. Laboratoire de Sète.

BIBLIOGRAPHIE

- DODGSON (R.W.), 1928. — Report on mussel purification. — *Fis. Invest.* series II, **10** (1).
- LADOUCE (R.), FAUVEL (Y.), BOURY (M.), 1958. — Technique de l'épuration des coquillages. — « *Science et Pêche* » *Bull. Inf. Doc. Inst. Pêches*, 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).
- WOOD (P.), 1961. — The purification of oysters in installations using ultra-violet light. — *Fis. Invest.* **23** (6).
- ANONYME. — L'ozone et la stérilisation des eaux. — *Notice éditée par la Société d'Épuration et d'Entreprise*, Bruxelles.
-