

S C I E N C E E T P E C H E
Bulletin d'Information et de Documentation
de

l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
59, Avenue Raymond Poincaré, PARIS (16^e)

N° 58

- PUBLICATION MENSUELLE -

AVRIL 1958

∴ Série C. CONCHYLICULTURE ∴

TECHNIQUE DE L'EPURATION DES COQUILLAGES

L'intérêt de l'épuration des Coquillages

- La pollution des rivières et des eaux du littoral a, d'une façon générale, tendance à s'accroître sous l'effet de causes diverses : extension des agglomérations urbaines; construction d'égoûts qui collectent effluents et déjections et les déversent en mer; installation de colonies de vacances, etc...

En dehors des bourgs et des villes, les exploitations agricoles, les étables, les fumières, le pacage forment souvent des sources notables de contamination.

Le service d'inspection de l'Institut des Pêches intervient dans toute la mesure de ses moyens pour tâcher de réduire les pollutions déjà existantes et d'empêcher l'apparition de nouveaux foyers de contamination. Il demande avec une insistance particulière que les effluents soient épurés et que le débouché des égoûts soit placé de façon à éviter la contamination de gisements coquilliers ou de parcs conchylicoles.

Malheureusement, la construction d'un réseau d'assainissement entièrement satisfaisant coûte très cher; peu de communes peuvent faire face à une telle dépense.

Bref, il nous faut bien avouer que, pour une raison ou pour une autre, le succès ne couronne pas toujours les efforts que font les inspecteurs de l'Institut des Pêches pour préserver la salubrité des eaux.

Il ressort de ce tableau rapidement esquissé que la situation sanitaire du littoral n'est pas favorable à une extension importante de la conchyliculture.

....

En dehors des zones déjà exploitées et classées salubres, il est de plus en plus difficile de trouver des endroits qui se prêtent à l'installation de parcs ou de claires tout en étant complètement à l'abri des contaminations.

En vue de remédier aux effets de cette situation et de permettre à la conchyliculture de poursuivre son essor, l'Institut des Pêches s'est orienté dans une voie nouvelle : celle de l'épuration des coquillages eux-mêmes.

Si l'on applique aux coquillages un traitement capable de les débarrasser des germes bactériens susceptibles de les contaminer du fait de leur séjour dans une eau polluée, on rend possible l'exploitation de gisements ou de parcs dans des zones de salubrité douteuse ou même mauvaise.

LA METHODE D'EPURATION

Le principe du traitement épurateur.

On sait que les mollusques bivalves s'alimentent en faisant traverser leur tube digestif par un volume d'eau relativement considérable (on dit qu'ils "filtrent" l'eau).

Inversement, en quelque sorte, on peut éliminer les microbes contenus dans l'appareil digestif des coquillages en plaçant ceux-ci dans une eau parfaitement saine. Le mollusque effectue alors un véritable lavage de son organisme et réalise l'autoépuration.

Pour obtenir une eau dépourvue de germes, divers procédés physiques ou chimiques peuvent être envisagés : l'emploi du chlore, sous forme d'hypochlorite (eau de javel ou chlorure de chaux), est efficace et facile; on peut le recommander particulièrement.

L'épuration au moyen d'un hypochlorite est pratiquée depuis de nombreuses années à l'étranger, notamment en Angleterre où elle a fait l'objet d'une étude approfondie (*).

Sur la proposition de M. le Professeur BUTTIAUX, de l'Institut Pasteur de Lille, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France a émis un avis favorable à l'utilisation de ce procédé.

....

(*) R.W. DODGSON : "Report on mussel purification". Fishery investigations, series II, vol.X, n°1, 1928.

Nous nous sommes inspirés des descriptions figurant dans cet ouvrage et concernant les installations de Conway pour donner les indications que l'on trouvera dans les deux chapitres ci-après sur la construction et le fonctionnement d'une station d'épuration.

Les phases du traitement

1 - Avant d'être envoyée dans le bassin d'épuration proprement dit qui contient les coquillages à traiter, l'eau de mer est stérilisée par addition d'un hypochlorite; ce produit est ajouté en proportion telle que l'eau renferme 3 mg de chlore actif par litre.

Pour que cette faible quantité de chlore puisse exercer complètement son action bactéricide, le mélange d'eau de mer et d'hypochlorite est maintenu en contact pendant 12 heures au minimum (une nuit) dans un bassin spécial, dit "bac de chloration".

Comme hypochlorite, il est particulièrement commode d'utiliser l'eau de javel.

La quantité de réactif à employer est déterminée par le degré chlorométrique. Chaque degré correspond à un litre de chlore actif par litre d'eau de javel; un litre de chlore pèse 3,18 g à 0° C sous la pression normale.

A l'aide de ces données, on calcule aisément que si l'on se sert, par exemple, d'une eau de javel titrant exactement 15° chlorométrique, il en faut 63 millilitres par m³ d'eau de mer.

Une entreprise consommant de fortes quantités d'eau de javel aura intérêt à acheter un produit concentré, dénommé "extrait de javel" et titrant 47 à 50° chlorométriques. Ce produit est caustique et doit être manipulé prudemment; il manque de stabilité et perd facilement son titre. Il est recommandé de le diluer de façon à abaisser le titre à 15° environ, (3 litres d'extrait pour 7 litres d'eau). La solution diluée se conserve assez bien à la condition de ne pas être exposée en pleine lumière ou à la chaleur.

2 - Le chlore restant dans l'eau de mer à la fin de l'opération de stérilisation est fixé par addition d'hyposulfite de sodium; on emploie 21 g d'hyposulfite cristallisé pour un m³ d'eau de mer contenant au maximum 3 g de chlore. Cette quantité excède celle qui est théoriquement nécessaire, mais il vaut mieux, par précaution, employer un excès de réactif, celui-ci n'étant pas nocif pour les mollusques.

La déchloration complète de l'eau est indispensable car, en présence de chlore, les valves du coquillage restent fermées et l'eau ne circule pas dans un tube digestif.

On peut vérifier facilement la présence ou l'absence de chlore dans une eau à l'aide du réactif à l'orthotolidine que l'on prépare de la façon suivante :

1 g d'orthotolidine est dissous à chaud (60 à 80°) dans 100 ml d'une solution chlorhydrique obtenue en diluant de l'acide pur et concentré dans 3 fois son volume d'eau. Après dissolution, on ajoute 900 ml d'eau contenant 10 % d'acide chlorhydrique.

Pour rechercher le chlore, on verse 100 ml de l'eau à examiner dans un verre contenant 1 ml de réactif. En présence de chlore, il apparaît une coloration jaune dont l'intensité croît avec la proportion de chlore.

3 - Les coquillages, étalés en couche mince dans le bassin d'épuration, sont immergés durant le laps de temps reconnu nécessaire et suffisant pour permettre l'élimination des bactéries.

Ordinairement, l'épuration est obtenue, avec une bonne marge de sécurité, après un séjour en bassin de 48 h environ; pendant ce séjour, l'eau est renouvelée au bout d'une première période de 24 h.

On remarquera que l'action de l'hypochlorite s'exerce uniquement sur l'eau et non sur la chair des mollusques; celle-ci n'est soumise à aucun traitement chimique. Les coquillages sont simplement placés dans une eau de mer naturelle, bactériologiquement stérile.

Les facteurs essentiels de l'épuration.

La température et la salinité de l'eau doivent être propices à l'activité physiologique du mollusque, sinon l'épuration est très ralentie ou même ne se fait pas :

Température : Le coquillage manifeste le plus intensément son activité lorsque la température est au moins égale à 10°.

Cependant, il est encore capable de s'épurer à une température un peu plus basse. Le minimum, variable avec l'espèce, est de 5° pour l'huitre plate et 2° pour la moule.

Salinité : Les diverses espèces supportent des proportions d'eau douce très différentes. En outre, selon l'endroit où elle vit, une même espèce peut s'accoutumer à des salinités plus ou moins basses. Pour l'épuration, il est prudent d'utiliser une eau dont la salinité ne descende pas au-dessous des taux suivants, exprimés en grammes de chlorure de sodium par litre :

Minimum : 28 pour l'huitre plate; 20 pour la moule.

Bien qu'elles soient forcément approximatives, les données physiologiques sur la température et la salinité ont une grande importance pratique.

L'épuration en un laps de temps donné (48 h par exemple) dépend à la fois du degré de contamination et de la température. Lorsque la pollution est particulièrement forte, l'épuration dans un temps relativement court ne peut être obtenue que lorsque la température est assez élevée.

D'une façon générale, les deux précautions essentielles suivantes doivent être observées :

- 1 - L'établissement d'épuration doit être construit dans un endroit où il puisse être alimenté avec une eau suffisamment salée;
- 2 - Les bassins doivent être abrités du froid, sinon les opérations doivent être suspendues lorsque la température est basse.

Les Installations

Une station d'épuration comprend une suite de bassins. Il est avantageux d'adopter une disposition en étages afin d'éviter les pompages successifs. Si possible, l'établissement est construit sur un terrain en pente, ce qui simplifie les travaux de terrassement.

Avec cette disposition, seul le bassin supérieur doit être rempli au moyen d'une pompe; les autres sont remplis par gravité.

Pour faciliter les nettoyages des divers bassins, les angles formés par le fond et les parois doivent être arrondis.

Voici, en commençant par le plus élevé, la désignation des bassins successifs; ceux-ci sont reliés entre eux par des canalisations (voir fig.1) :

- le bac de réserve (R)
- le bac de chloration (C)
- le ou les bassins d'épuration des coquillages (B).

Alimentation en eau de mer.

On choisit le point d'aspiration pour avoir une eau de bonne salinité et contenant le moins possible de matières organiques. Le clapet, protégé par sa crépine, est incliné à 45° pour assurer son bon fonctionnement.

Le débit de la canalisation et celui de la pompe doivent permettre un remplissage suffisamment rapide; il est généralement préférable que cette opération puisse être faite en moins de 2 heures.

Le bac de réserve (R). - Sa forme dépend de la configuration du terrain. Le fond est incliné vers un point bas où se trouve l'entrée de la canalisation d'évacuation des eaux de nettoyage. La conduite servant à l'alimentation du bac de chloration s'ouvre à quelques centimètres au-dessus de ce point bas (pour éviter l'entraînement des sédiments) et débouche à la partie supérieure du bac de chloration.

Le bac de réserve peut être supprimé dans certains cas, comme nous le verrons plus loin.

Le bac de chloration (C), ou de stérilisation de l'eau de mer, est, lui aussi, muni au point bas d'un orifice d'évacuation des eaux de nettoyage et, à un niveau légèrement supérieur, d'une ou plusieurs prises aboutissant à la base de la rigole de répartition du bassin d'épuration.

Le jaugeur à eau chlorée (j), en grès ou en verre, est muni d'un robinet réglable de vidange. Il est placé de telle sorte que l'eau chlorée arrive dans le courant de remplissage du bac de chloration.

Ce récipient suffit si l'on emploie de l'eau de javel, mais avec l'hypochlorite de calcium (chlorure de chaux), il est nécessaire de lui adjoindre un bac pour la préparation de la solution chlorée, non figuré sur le plan.

Le ou les bassins d'épuration des coquillages (B) présentent des caractéristiques spéciales.

a - Le fond est incliné suivant une pente de 2 % de la partie haute (murette de répartition) à la partie basse (gouttière d'évacuation). Il est divisé en canaux par les supports en béton (s) qui maintiennent les claies à 10 cm au-dessus du fond.

b - La partie haute (dont la figure représente un détail) comprend : le mur du bassin (M), la rigolle de répartition (r). Dans la murette de répartition (m) sont aménagés, pour chaque canal du fond, deux créneaux (cr) et une ouverture (o) qui peut être obturée par une trappe à glissière. De plus chaque support (s) comporte une butée (b) interdisant la pose des claies ou des casiers à moins de 15 cm de la murette (m).

c - La gouttière de la partie basse a une pente de 4 % pour faciliter l'entraînement des matières solides vers l'orifice d'évacuation.

Le ou les récipients à hyposulfite (p). - Un récipient à hyposulfite est placé au-dessus de l'arrivée d'eau à chaque bassin d'épuration. L'élimination de l'excès de chlore se fait dans la rigole de répartition.

Si l'on utilise l'hyposulfite en cristaux, le récipient est un simple pot dont le fond est pourvu d'un orifice pour l'écoulement de la solution qui se forme dans le pot lui-même où l'on fait arriver de l'eau par un robinet.

Si l'on prépare d'avance la solution d'hyposulfite, on emploie un récipient analogue au jaugeur à eau chlorée.

Les claies. - Elles sont formées de barreaux de bois dont l'écartement, tout en étant aussi grand que possible, ne doit pas permettre le coïncement des valves des coquillages.

Les claies peuvent être remplacées par des casiers grillagés.

Le bassin pour la stérilisation des emballages.- Ce bassin est empli d'eau chlorée dans laquelle on immerge les emballages destinés à contenir les coquillages épurés.

Le bassin pour la stérilisation des bottes.- Ce petit bassin est placé à côté du bassin d'épuration. Les ouvriers y désinfectent leurs bottes juste, avant d'entrer dans le bassin d'épuration.

La distribution de l'eau de lavage. - Pour les divers lavages, qui doivent être faits très soigneusement, (bacs, bassins, matériel, coquillages), il est nécessaire de disposer d'eau sous pression de 4 kg (eau potable ou eau de mer stérilisée).

Les Opérations

Opérations préliminaires.

La veille du premier jour du traitement des coquillages :

- 1 - Remplir le bac de réserve en choisissant le moment de la marée qui donne une eau de salinité convenable.
- 2 - Préparer (et éventuellement titrer) la solution d'hypochlorite et remplir le bac jaugeur avec la quantité calculée de cette solution.
- 3 - Remplir le bac de chloration avec l'eau du bac de réserve et, en même temps, faire couler la solution chlorée.

Si l'on peut pomper à tout moment de l'eau de bonne salinité (comme dans le cas d'une mer sans marée), le bac de réserve n'est pas nécessaire. On fait alors parvenir directement l'eau de mer dans le bac de chloration.

Ces trois opérations sont répétées chaque jour, afin de disposer constamment d'eau stérile.

Epuration proprement dite

1 - Le premier jour :

- a- Vérifier l'ouverture du robinet de vidange du bassin d'épuration.
- b- Etendre les coquillages sur les claies ou dans les casiers, à raison de 50 kg au maximum par mètre carré.
- c- Laver soigneusement les coquillages à la lance.

d - Laver le fond du bassin avec de l'eau provenant directement du bac de chloration. A cet effet, les trappes de la murette de répartition sont d'abord ouvertes successivement puis fermées; dans cette dernière position des trappes, l'eau passe par les créneaux.

Cette façon de procéder assure un nettoyage complet de toutes les parties du bassin.

e - Fermer le robinet de vidange.

f - Remplir le bassin d'épuration avec de l'eau de mer stérilisée et déchlorée. L'eau stérile provenant du bac de chloration est additionnée de solution d'hyposulfite au moment même où elle arrive dans la rigole de répartition; de cette façon, les deux liquides se mélangent parfaitement.

De même que pour l'addition d'hypochlorite, il convient que le débit de l'eau de mer et celui de la solution d'hyposulfite soient respectivement réglés pour que les deux liquides s'écoulent simultanément depuis le début jusqu'à la fin de l'opération de remplissage.

Dans le bassin, la hauteur moyenne de la couche d'eau doit être de 75 à 80 cm.

2 - Le second jour au matin :

g - Vider le bassin, puis recommencer les opérations c, d, e, f.

Eventuellement, pour les coquillages exigeant un traitement de 72 heures, on recommence le troisième jour les mêmes opérations que le second jour.

3 - Le dernier jour au matin (c'est-à-dire le troisième jour dans le cas d'un traitement de 48 h) :

h - Vider le bassin puis répéter les opérations c et d.

i - Stériliser l'extérieur des coquilles dans un bain d'eau chlorée (eau du bac de chloration non additionnée d'hyposulfite) pendant 1 heure. On ne met dans le bassin que la quantité d'eau suffisante pour recouvrir complètement les coquillages.

j - Vider le bassin.

k - Emballer les coquillages traités.

Le bassin est alors prêt pour y commencer un nouveau traitement.

Dimensions des bacs et des bassins

Du fait des aménagements dans le haut et le bas de chaque bassin d'épuration, la longueur utile (Lu) des supports de claies est inférieur de 1 m à la distance (Lt) entre le mur supérieur et le mur inférieur du bassin.

Soit L la distance entre les murs latéraux (voir figure 1), la surface utile du bassin est égale (en m^2) à :

$$Su = (Lt - 1) \times L.$$

Nous avons vu qu'il faut compter au minimum un m^2 de surface utile pour 50 kg de coquillages, soit 20 m^2 par tonne.

Comme le traitement dure ordinairement 2 jours, il est commode de disposer de deux bassins dans lesquels les opérations peuvent être commencées à 24 h d'intervalles; on peut ainsi livrer des coquillages chaque jour et la répartition des diverses opérations est mieux équilibrée.

Dans ces conditions, on peut admettre, pour le bac de chloration, une capacité de 1 m^3 pour chaque mètre carré de surface totale des différents bassins : bassins d'épuration et bassins de stérilisation du matériel. (Pour les bassins d'épuration, on doit tenir compte dans ce calcul de la surface totale de chacun d'eux : $Lt \times L$).

La capacité du bac de réserve est égale à celle du bac de chloration, si l'alimentation en eau de mer convenablement salée peut être assurée chaque jour. Il serait évidemment nécessaire de multiplier par 2 ou 3, par exemple, la capacité de la réserve, si une interruption de l'alimentation risquait de se produire pendant un jour ou deux (cas d'un estuaire où l'eau serait trop douce en morte-eau).

Coût de l'installation

Nous donnons ci-après, à titre indicatif, la dépense de construction d'une installation complète.

Ce coût est calculé d'après des éléments d'estimation fournis récemment par le service des Ponts et Chaussées.

L'établissement pris comme type est analogue à celui que représente la figure. Il comprend deux bassins d'épuration ayant chacun les dimensions suivantes : $L = 15m$; $Lt = 13m$; $Lu = 12m$.

Ces bassins peuvent contenir au total :

15 x 12 x 50 x 2 = 18.000 kg de coquillages.

La capacité d'épuration d'une telle installation est de 54 tonnes par semaine, si le travail est organisé pour permettre 3 traitements successifs durant ce laps de temps.

Désignation des ouvrages	Dépense
Réserve d'eau	4.192.000
Bac de chloration et jauge à eau chlorée..	4.199.000
Bassins d'épuration	5.920.000
Bassins de stérilisation des emballages et des bottes	559.000
Magasins	1.740.000
Moteur, pompe, canalisations et accessoires	2.111.000
Salle des pompes et laboratoire	400.000
W.C.	25.000
Logement du gardien (4 pièces)	2.000.000
	<hr/>
	21.146.000
A valoir pour imprévus ..	1.854.000
	<hr/>
Total	23.000.000

Expérimentation du procédé d'épuration

La technique ci-dessus décrite a fait l'objet de plusieurs essais destinés à vérifier l'efficacité du procédé et à préciser les principales conditions de son application.

L'installation utilisée pour les expériences comprend deux bassins superposés en ciment, l'un servant à la chloration de l'eau, l'autre à l'épuration des coquillages. La surface du fond d'un bassin est de 10 m². Les coquillages soumis au traitement sont répartis dans des casiers en grillage galvanisé et goudronnés. L'emploi de ces casiers facilite les manipulations (*).

....

(*) Cette installation expérimentale fut mise à la disposition de l'Institut des Pêches par M. CAPOMACCIO à Port-Vendres. Les pêcheurs de Sète ont également prêté leur concours.

Voici les principales conclusions pratiques des expériences faites jusqu'alors.

1 - La stérilisation d'une eau de mer contaminée (contenant jusqu'à 10.000 Escherichia coli par litre) est assurée en une nuit (12 heures) par la javellisation.

2 - En général, l'épuration est complète après le deuxième bain, c'est-à-dire au bout de 48 heures de traitement.

Cependant, indépendamment de la température, la rapidité de l'épuration dépend de l'espèce et de la contamination initiale du coquillage.

Parmi les diverses espèces soumises aux essais (moule, palourde, clovisse, huitre plate), c'est chez la palourde que l'élimination des germes est la plus lente : elle exige ordinairement 3 nuits (60 h) pour être totale.

Une très forte contamination nécessite un traitement prolongé. Si la teneur en Escherichia coli est de l'ordre de 100 par millilitre de chair, l'épuration peut exiger 72 h pour la moule et 96 h pour la palourde.

Ces observations montrent qu'un contrôle bactériologique doit fixer les conditions du traitement selon les cas qui peuvent se présenter en pratique.

3 - Il importe que la quantité de coquillages par m² de surface utile de bassin soit assez faible pour que l'épuration soit rapide et complète.

Par exemple, le bassin expérimental décrit ci-dessus admet une charge de 300 kg de coquillages répartis en une rangée de casiers, ce qui correspond approximativement à une épaisseur de couche de 7 à 10 cm et à un poids de 30 à 40 kg par m² de surface couverte. Mais l'épuration ne se fait pas normalement si l'on double la charge en plaçant les casiers en deux rangées superposées.

4 - L'épuration fut complète aux différentes températures de l'eau observées au moment des essais; ces températures étaient comprises entre 9° et 17°.

D'après les observations faites en Angleterre, c'est pendant la nuit que la filtration de l'eau par les mollusques est la plus rapide. Il a cependant été constaté que l'épuration peut se poursuivre le jour dans un bassin faiblement éclairé.

5 - Les divers coquillages (y compris les clovisses que l'on juge comme particulièrement fragiles) supportent parfaitement le traitement épurateur.

Durant leur séjour dans le bassin cimenté, les mollusques conservent une excellente vitalité; c'est ainsi que des moules et des palourdes purent être gardées dans un bassin durant 10 jours, l'eau étant renouvelée chaque jour.

Après l'épuration, les coquillages se maintiennent en bon état de conservation et peuvent être transportés, dans les conditions habituelles, sans risque particulier.

L'odeur et la saveur à l'état cru ou cuit sont entièrement normales.

Les oursins peuvent également être soumis à l'épuration sans en souffrir.

Conclusions

Les coquillages d'origine insalubre (gisement ou parc) peuvent être livrés à la consommation après application d'un traitement épurateur relativement simple et rapide.

Ce traitement respecte la qualité gustative et la vitalité du mollusque.

La pratique de l'épuration dans un établissement spécialement construit donne aux pêcheurs et aux conchyliculteurs le moyen d'améliorer les conditions de leur activité et d'accroître la production de coquillages.

R. LADOUCE, Y. FAUVEL et M. BOURY