

COMPORTEMENT DE *CRASSOSTREA ANGULATA* LAMARCK SOUS DES CONDITIONS D'ASPHYXIE

par Edouard HIS

La faculté de survie en absence d'oxygène chez les huîtres est bien connue. Le seul moyen de défense dont disposent ces organismes sédentaires pour lutter contre les conditions de milieu défavorables ou contre les prédateurs est l'occlusion des valves. Ceci implique des possibilités d'anaérobiose.

Ce mode de vie intervient fréquemment :

sur les parcs, à la suite des tempêtes les plus violentes, les huîtres sont entassées et ensablées ; elles survivent ainsi pendant plusieurs jours jusqu'à ce que les ostréiculteurs les remettent en place à la faveur des marées de vives-eaux qui permettent l'assèchement des terrains d'élevage ;

en période de surcharge des bassins dégorgeoirs les teneurs en oxygène dissous de l'eau de mer sont très faibles et des mortalités importantes sont parfois constatées chez les huîtres immergées.

L'objet principal de nos recherches a été de déterminer la durée de survie de *Crassostrea angulata* LMK à la suite de la consommation progressive de l'oxygène disponible et de l'accumulation des déchets du métabolisme.

Un intérêt secondaire est apparu. En effet, les huîtres depuis quelques années sont affectées par la « maladie des branchies » et l'état physiologique déficient des sujets les plus atteints diminue leurs possibilités de résistance. Nous avons cherché à préciser cette influence.

Conditions expérimentales.

Dans une première série d'essais nous avons utilisé 30 huîtres de deux ans dont le poids variait de 25 à 45 g. Elles étaient prélevées du parc, soigneusement brossées et débarrassées de tout organisme encroûtant, puis placées en expériences le lendemain.

Les essais ont été menés en dehors de la période de reproduction de façon à éliminer les variations liées à des différences dans le degré de maturité sexuelle des huîtres.

La salinité de l'eau de mer utilisée était comprise entre 25 et 29 p.mille et la température entre 17° et 20°. La teneur en oxygène dissous de l'eau de mer variait au départ de 6,95 à 8,56 mg/l.

Nous avons enregistré l'activité valvaire des mollusques afin d'étudier les modifications de comportement apparues au cours des expériences et de rechercher les critères d'une intoxication par déficit d'oxygène et accumulation de produits toxiques. Cette méthode nous a permis de contrôler de façon rigoureuse la durée de survie des sujets.

Nous avons placé chaque *Crassostrea angulata* dans un bac contenant 30 litres d'eau de mer ; cette dernière a été recouverte d'une couche d'huile suffisamment épaisse pour isoler l'eau de l'air atmosphérique. Si l'on se base sur les données de GALTSOFF (1964) pour *C. virginica*, la filtration chez les huîtres, varie de 5 à 16 l/h ; dans le cas de nos expériences nous pouvions donc observer une activité valvaire normale pendant les premières heures d'ouverture.

Afin de suivre la disparition de l'oxygène dissous de l'eau des bacs, quelques précautions ont été prises. L'eau de mer était amenée à température ambiante avant d'être utilisée ; de plus elle était filtrée de façon à éliminer le zooplancton (consommateur d'oxygène par respiration) ou le phytoplancton (producteur d'oxygène par photosynthèse). Dans ce cas les huîtres étaient en état de jeûne pendant la durée de nos expériences.

Les bacs étaient remplis à l'aide d'un siphon de façon à éviter un barbotage de l'air. Les prélèvements étaient effectués en double exemplaire ; nous utilisions des bouteilles en matière plastique immergées à l'avance en nombre suffisant. Avant les mesures, l'eau en était renouvelée par une série de pressions et de relâchements. L'expérience a prouvé que l'on évitait ainsi les erreurs dues à une stratification de l'eau de mer dans les bacs (KEYS, 1930). Les dosages étaient réalisés par la méthode d'Alsterberg pour les eaux polluées.

Sur les 30 huîtres dont l'activité valvaire a été enregistrée, nous avons rencontré seulement 6 sujets au stade 1 et 3 au stade 2 de l'évolution de la maladie des branchies. C'est pourquoi nous avons mis en train une seconde série d'expériences dont le but a été plus limité. Dans une étude antérieure (HIS, 1969), par application du test au bleu de méthylène, nous avons montré les relations existant entre l'activité déshydrogénasique, et par suite la respiration tissulaire, et le degré de dégradation du mollusque. Seules des mesures absolues de consommation d'oxygène et d'intensité respiratoire pouvaient permettre d'évaluer les différences existant entre les sujets sains et les malades quant à l'intensité des échanges gazeux.

De nombreux auteurs ont souligné le fait qu'il ne saurait être question d'évaluer l'importance des phénomènes respiratoires chez les organismes aquatiques quand on les place en milieu confiné. Nous avons cependant évalué la consommation d'oxygène chez les huîtres en asphyxie afin de la mettre en parallèle avec la gravité de l'affection branchiale. Nous avons utilisé 64 huîtres. Elles ont été immergées une à une dans les mêmes conditions que les précédentes, mais l'activité valvaire n'a pas été enregistrée, et les expériences ont été arrêtées au bout de 100 heures.

Nous avons calculé la consommation en oxygène par rapport à un bac témoin dépourvu d'huître. La comparaison entre les différents sujets a été faite en ramenant les valeurs obtenues à l'heure, au gramme de chair sèche (après passage à l'étuve à 60° jusqu'à poids constant).

Résultats.

1) Consommation de l'oxygène disponible.

Au cours de la première série d'essais, nous avons constaté qu'après l'assec de douze heures, la plupart des huîtres se sont ouvertes dès l'immersion. La consommation d'oxygène par heure d'ouverture, calculée jusqu'à la disparition totale de l'oxygène dissous, a varié dans des limites assez larges de 1,07 et 1,93 mg/h, avec une moyenne de 1,44 mg/h. Ces valeurs rapportées au poids sec donnent respectivement 1,4 et 2,93 mg/h/g, la moyenne étant de 1,93 mg/h/g.

Au cours de la deuxième série d'essais, l'incidence de la maladie des branchies sur la consommation d'oxygène des huîtres sous des conditions d'asphyxie a été étudiée sur 64 sujets, pendant 100 heures. Pour chaque stade d'évolution nous avons calculé la consommation horaire moyenne ramenée à 100 g de chair sèche (tabl. 1). On constate une diminution marquée de l'index ainsi défini quand on passe des sujets sains aux sujets les plus atteints ; ceci est très net pour les *Crassostrea angulata* au stade 3.

2) Accumulation de déchets du métabolisme.

En dehors de l'appauvrissement progressif de l'eau de mer en oxygène dissous, il se produit au cours du temps une accumulation de déchets du métabolisme de l'huître et une prolifération de micro-organismes capables de se développer en milieu de faible potentiel Eh (protozoaires ciliés et bactéries sulfato-réductrices). En effet, avant même la mort des huîtres, l'eau de mer prélevée dégagait une odeur très nette d'hydrogène sulfuré. De plus nous avons mesuré le pH de l'eau de mer dans les bacs et noté des valeurs aussi basses que 6 malgré l'effet tampon joué par le carbonate de calcium de la coquille des mollusques immergés.

Etat	Saines	Stade 1	Stade 2	Stade 3
Nb d'huîtres	12	28	20	4
Consom./h/100 g chair sèche	132	112	106	45
Perte du pouvoir de consommation (en %)	0	15	19,6	65,9

TABLE. 1. — Consommation horaire moyenne pour 100 g de chair sèche, aux différents stades de la maladie des branchies (cas d'huîtres placées en asphyxie pendant 100 heures).

3) Etude de l'activité valvaire et symptômes de l'intoxication.

a) Cas général. L'étude de l'activité valvaire des huîtres placées en asphyxie permet de reconnaître la succession de 5 phases bien distinctes que nous avons retrouvées dans la plupart des cas (fig. 1).

Phase 1 : comportement normal des huîtres. L'ouverture des valves, accompagnée de l'émission de boulettes fécales, se produit dès les premières heures d'immersion, indiquant une reprise de l'activité normale des huîtres (fig. 1, 1). C'est ainsi que pour l'ensemble des sujets le temps moyen d'ouverture des valves, pendant les premières 24 heures, a été de 19 h.

Phase 2. On note ensuite, dès le deuxième ou plus souvent vers le troisième jour, une diminution progressive de la durée totale d'activité journalière (fig. 1, 2) ; les myogrammes permettent d'observer une succession de périodes plus ou moins longues de bâillement des huîtres (1 à 3 h) et d'occlusion (14 h en moyenne par jour).

Phase 3. Avec la disparition totale de l'oxygène dissous, apparaissent à nouveau des périodes d'ouverture plus longues (6 à 12 h) ; elles se caractérisent par des battements valvaires, d'amplitude moyenne, assez fréquents (fig. 1, 3). L'absence d'apport nutritionnel permet de penser qu'il ne s'agit pas de mouvements accompagnant l'émission de fèces ou de pseudo-fèces, mais d'une réaction des huîtres à des conditions anormales de milieu.

Phase 4. Les mollusques réagissent en s'isolant du milieu ambiant. Cette phase se caractérise par de longues périodes d'occlusion, entrecoupées par des ouvertures de faible durée (fig. 1, 4a et 4b). On note des battements valvaires violents. On remarque l'apparition des premiers défauts d'occlusion des valves qui aboutissent à la perte progressive de ce pouvoir (huîtres « cloquantes » des ostréiculteurs). A ce stade, en fin de phase 4, les huîtres sont irrémédiablement condamnées.

Phase 5. Peu à peu le relâchement du muscle adducteur s'accroît ; les myogrammes permettent d'observer des battements valvaires de grande amplitude et dont la fréquence, importante d'abord (20 tentatives de fermeture par heure), diminue peu à peu (fig. 1, 5). De même l'abaissement de la valve droite devient de moins en moins accentué, tandis que le bâillement augmente d'amplitude avec le relâchement progressif du muscle adducteur.

b) Rôle des conditions anormales de milieu. Nous avons cherché à mettre en évidence le rôle des conditions aberrantes de milieu dans les bacs, en dehors de l'absence d'oxygène proprement dite. Des *Crassostrea angulata* fraîchement prélevées ont été placées chacune dans un bac où une huître avait été maintenue en asphyxie jusqu'à sa mort. Les myogrammes obtenus par enregistrement de l'activité valvaire permettent de noter directement le passage par la phase 4. Dans un des cas la survie a été de 13 jours 20 heures et dans l'autre de 10 jours 8 heures.

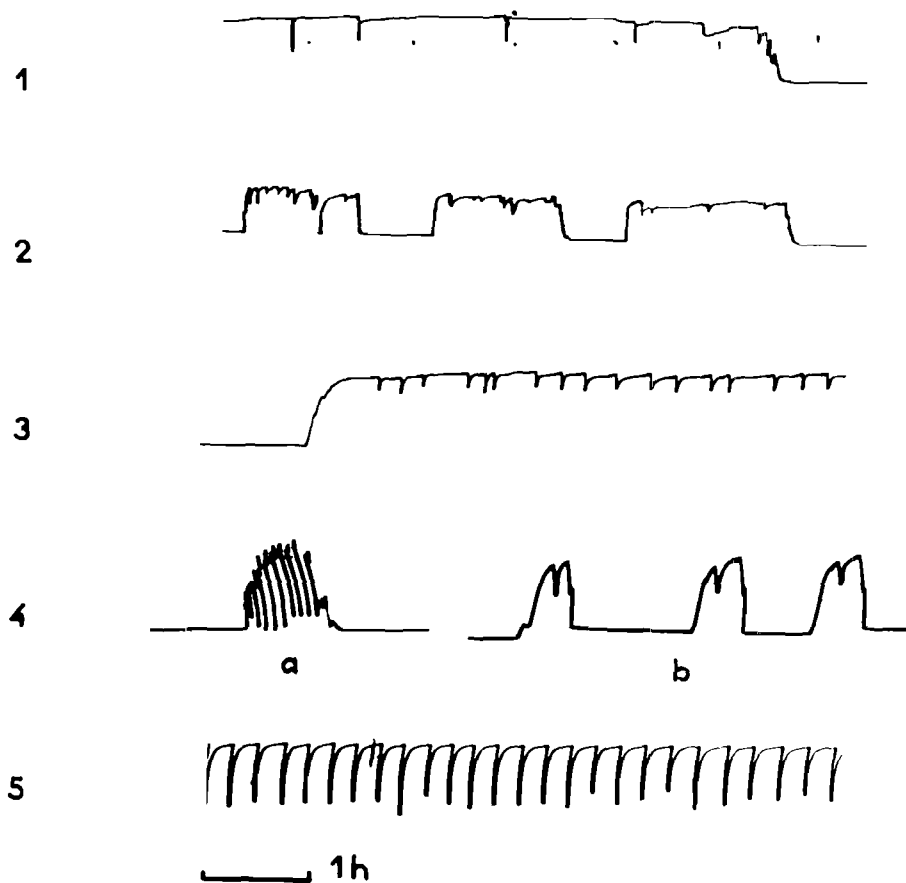


FIG. 1. — Succession des différentes phases de l'activité valvaire chez *Crassostrea angulata* placée en asphyxie. 1 : myogramme obtenu en début d'expérience. L'activité valvaire est normale. Les battements de faible amplitude correspondent à l'émission de fèces ou de pseudo-fèces. Noter la fermeture « en escalier » (staircase des auteurs anglo-saxons). 2 : premières réactions à des conditions défavorables. On note la succession de périodes d'ouverture et de fermeture ; ces dernières deviennent peu à peu plus importantes. 3 : réactions de l'huître après la disparition de l'oxygène dissous. A nouveau des périodes d'ouverture de longue durée apparaissent ; elles se caractérisent par des battements valvaires plus fréquents que pendant la phase 1. 4 : brèves périodes d'ouverture, accompagnées de battements valvaires violents. Ces brèves périodes d'ouverture sont séparées par des périodes de fermeture qui peuvent se manifester pendant plusieurs jours. Noter (b) la perte progressive du pouvoir d'adduction des valves. 5 : dernières réactions caractérisées par des battements valvaires fréquents et de forte amplitude. L'occlusion de la cavité palléale est toujours incomplète. Les battements perdront peu à peu de leur ampleur jusqu'à la mort de l'huître. (Clichés G. RÉAL, photographe à la station biologique d'Arcachon.)

Par ailleurs, des huîtres fraîchement prélevées et maintenues hors de l'eau pendant la même durée étaient encore vivantes au bout de ce laps de temps. Si l'on admet que dans ces conditions les mollusques survivent aux dépens de l'oxygène de leur eau intervalvaire (GRASSÉ, 1960), il est évident que la mortalité plus rapide des sujets placés en eau polluée est due à la toxicité du milieu des bacs plutôt qu'à un déficit en oxygène.

c) **Relations entre durée de survie et pouvoir d'occlusion des valves.** La survie des huîtres est liée à leur pouvoir d'occlusion ; il permet aux mollusques de s'isoler d'un milieu défavorable. Afin d'étudier les relations qui existent entre résistance totale et temps de fermeture des valves, nous avons porté sur des diagrammes les différences (temps d'ouverture-temps de fermeture) par période de 24 heures, pour la durée totale de survie des différentes huîtres. Trois cas ont été représentés sur la figure 2.

1^{er} cas : huître saine ayant résisté le maximum de temps. On constate que, dès le 2^e jour, les périodes de fermeture l'emportent. Après la disparition totale de l'oxygène dissous, la tendance opposée se manifeste le 11^e puis entre le 15^e et le 17^e jour (phase 3). Ensuite l'huître réagit à la toxicité du milieu en restant très longtemps fermée (phase 4). Le premier défaut d'occlusion apparaît le 29^e jour. Dès le 30^e jour, la perte de cette faculté est totale. On entre dans la phase 5. La survie a été de 33 jours au total.

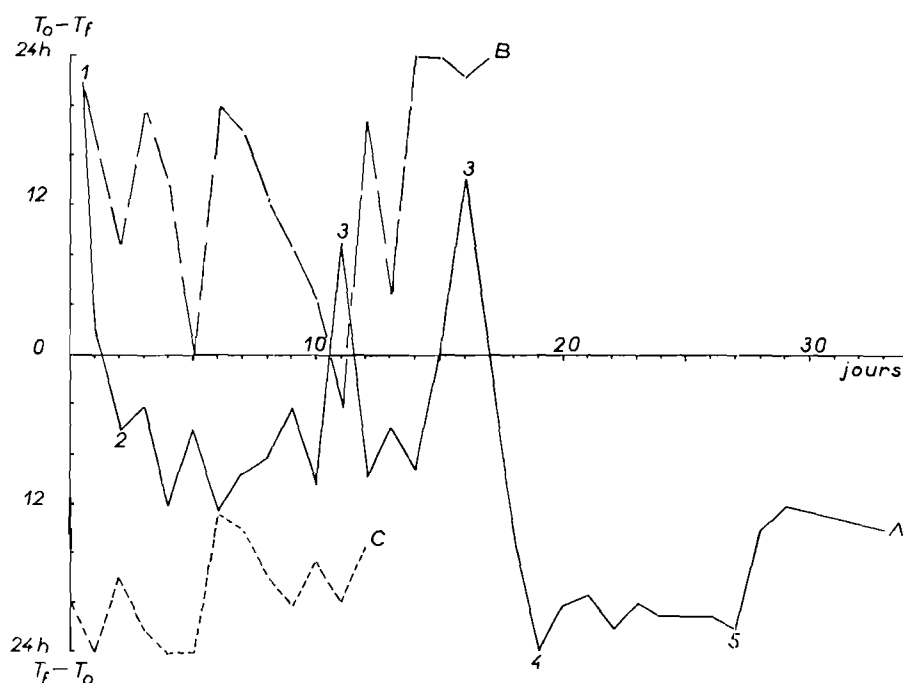


FIG. 2. — Représentation graphique des différences entre temps total d'ouverture et temps total de fermeture par périodes de 24 heures. A) huître ayant résisté le maximum de temps. B) huître ayant résisté le minimum de temps. C) huître placée directement dans un bac où un autre sujet avait été préalablement maintenu jusqu'à sa mort. Les chiffres portés sur le graphique A correspondent dans ce cas à l'apparition des différentes phases reconnues sur les myogrammes. T_o et T_f signifient temps total d'ouverture et temps total de fermeture respectivement, par période de 24 h. Pour chaque période de 24 h, la valeur $T_o - T_f$ a été portée si T_o est supérieur à T_f ; dans le cas où T_f est supérieur à T_o , c'est la valeur $T_f - T_o$ qui a été portée.

2^e cas : huître saine dont la durée totale de survie a été la plus brève. Les périodes d'ouverture des valves prédominent nettement ; les réactions d'isolement du milieu des bacs par occlusion des valves ne se sont manifestées que pendant le 11^e jour. On entre ensuite rapidement dans la phase 5. L'huître n'a survécu au total que 15 jours.

3^e cas : huître fraîchement prélevée et placée en eau polluée. Dès les premières heures, les périodes de fermeture l'emportent (réactions de la phase 4). La perte du pouvoir d'occlusion se manifeste le 8^e jour. La durée totale de survie a été de 13 jours pour le cas représenté.

d) Influence de la maladie des branchies. Parmi les huîtres au stade 1 de la maladie des branchies il n'a pas été possible de distinguer les sujets sains ; dans les trois cas rencontrés nous avons noté les différentes phases précédemment décrites et la durée totale de survie a varié entre 17 et 21 jours.

Par contre, chez les sujets au stade 2, malgré des périodes de fermeture importantes dès les premiers jours, et malgré une disparition plus lente de l'oxygène dissous, la résistance totale n'a jamais dépassé 11 jours ; la perte du pouvoir d'occlusion s'est rapidement manifestée. Nous n'avons jamais noté de réaction de type 4 et 5 avant la mort des sujets ; dans un cas, cette dernière est intervenue avant même la disparition totale de l'oxygène dissous.

Conclusions.

Nous avons cherché à déterminer, sous des conditions moyennes de température et de salinité, quelles pouvaient être les limites de résistance de *Crassostrea angulata* à l'absence d'oxygène et à des conditions putrides de milieu. Les résultats que nous avons obtenus sont comparables à ceux de LUND (1957) et de DUNNINGTON (1968). Dans le premier cas, pour des températures comprises entre 14° et 23°, des huîtres, dont les valves étaient maintenues fermées sous un courant d'eau de mer, ont survécu jusqu'à 16 jours. Dans le second cas et pour des températures allant de 15° à 20°, les huîtres, enfouies sous plusieurs centimètres de sédiment, pouvaient survivre pendant deux semaines. Des conditions voisines se rencontrent dans le milieu naturel : ensablement au cours des tempêtes ou enfouissement par dépôt de vases. Nos expériences démontrent clairement que les huîtres sont surtout sensibles à l'accumulation de substances toxiques dans le milieu.

Par ailleurs nous avons cherché à mettre en évidence les symptômes d'une intoxication par accumulation de déchets du métabolisme grâce à l'enregistrement de l'activité valvaire des huîtres. L'aspect particulier des myogrammes obtenus doit permettre de déceler des conditions identiques à celles de nos bacs dans les bassins dégorgeoirs. L'enregistrement de l'activité valvaire d'huîtres témoins, combiné avec des mesures d'oxygène dissous, devrait permettre de déceler des conditions dangereuses de milieu dès l'apparition de la phase 4, au-delà de laquelle les sujets sont irrémédiablement condamnés. On pourrait ainsi faire la part qui incombe à de tels phénomènes d'intoxication dans le cas de mortalités observées.

Enfin nous avons pu constater que la maladie des branchies, pour les sujets les plus atteints, se traduit par une perte rapide du pouvoir d'occlusion et par suite de la faculté de survie.

AUTEURS CONSULTÉS

- DUNNINGTON (E.), 1967. — Survival time of oysters after burial at various temperatures. — *Proc. Nat. Shellfis. Assoc.*, **58** : 101-103.
- GALTSOFF (P.S.), 1964. — The American oyster, *Crassostrea virginica* GMELIN. — *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, **64**, 480 p.
- HIS (E.), 1969. — Recherche d'un test permettant de comparer l'activité respiratoire des huîtres au cours de l'évolution de la maladie des branchies. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **33** (2) : 171-175.
- KEYS (A.B.), 1930. — The measurement of the respiratory exchange of aquatic animals. — *Biol. Bull., Woods Hole*, **59** : 185-197.
- LUND (E.J.), 1957. — Self-silting, survival of the oyster in a closed system, and reducing tendencies of the environment of the oyster. — *Publ. Inst. mar. Sci.*, **4** : 313-319.
- MITCHELL (P.H.), 1914. — The oxygen requirements of shellfish. — *Bull. U.S. Bur. Fish.*, **32** : 207-222.