

COMPORTEMENT DE *CRASSOSTREA ANGULATA* LMK SOUS DES CONDITIONS EXPÉRIMENTALES DE MILIEU RÉSISTANCE AUX BASSES SALINITÉS

par Edouard HIS

Les huîtres portugaises *Crassostrea angulata* LMK sont des mollusques d'estuaire soumis aux variations continues d'un milieu instable. Comme la température, la salinité varie en fonction de la saison, de la marée, de la proximité de l'océan et de la profondeur.

Dans la pratique ostréicole le transport des lamellibranches, des parcs aux lieux de stockage, les soumet parfois sans transition à un abaissement très sensible de salinité. C'est le cas dans le bassin d'Arcachon où les huîtres peuvent être transférées des concessions les plus océaniques aux dégorgeoirs de la zone soumise aux influences continentales. Lors des fortes pluviosités d'hiver ou de printemps le « doussain » est particulièrement redouté surtout quand il coïncide avec les périodes d'expéditions importantes en fin d'année.

Quel est alors le comportement des huîtres et quelles sont les limites inférieures de salinité auxquelles elles pourront être soumises sans dommage ?

Le seul moyen de lutte directe de ces lamellibranches contre les facteurs externes d'agression est l'occlusion de la cavité palléale. L'enregistrement de l'activité valvaire permet une étude de comportement lors de l'adaptation des sujets aux changements de salinité ; l'utilisation de cette technique nous a permis de rechercher, d'une part la salinité minimum à laquelle les huîtres *Crassostrea angulata* manifestent une activité valvaire normale sans période d'adaptation et, d'autre part, la limite inférieure en deçà de laquelle les mollusques sont irrémédiablement condamnés.

Les observations montrent que les résultats sont différents en période de pleine maturité des huîtres ; nous avons donc mené nos expériences dans un premier temps en dehors de la période de reproduction (automne, hiver et début du printemps) puis en période de maturité sexuelle (été).

Conditions expérimentales.

Nous avons choisi des huîtres de trois à quatre ans dont le poids vif varie de 68 à 92 g. Avant d'être utilisées, elles subissent un « assec » de 24 heures. Sous des conditions de milieu favorables, à la suite de cet assec, les huîtres doivent filtrer normalement dès les premières minutes d'immersion (GALTSOFF, 1964).

Au cours des expériences qui cherchaient à mettre en évidence la salinité minimum permettant une *activité valvaire normale sans adaptation*, il suffisait de maintenir les sujets dans l'eau de salinité choisie pendant une durée de 24 h.

Pour chacune des valeurs testées nous avons utilisé 10 sujets, ceux-ci sont immergés dans un volume important d'eau de mer (150 l), dont le renouvellement après chaque utilisation de 24 h permet d'éliminer les causes d'erreur dues à l'accumulation de déchets du métabolisme. Les salinités sont ajustées à la valeur désirée par adjonction d'eau de source à de l'eau de mer du bassin d'Arcachon.

La recherche de la salinité minimum à laquelle *la survie* des mollusques est possible est faite en utilisant des bacs de 60 litres. L'eau n'est changée que tous les 3 jours ; sa teneur en oxygène dissous est maintenue à un niveau élevé par aération journalière de 2 h. Ces précautions nous permettent d'obtenir des conditions expérimentales suffisamment bonnes pour que les figures de type D caractéristiques, selon GALTSOFF, de sujets en souffrance dans un milieu pollué n'apparaissent jamais dans nos enregistrements.

La teneur en oxygène dissous dans nos bacs est toujours comprise entre 8,5 mg/l et 11,7 mg/l, c'est-à-dire très nettement au-dessus du « point critique » pour lequel le comportement des huîtres est modifié : 3,5 mg/l chez *Crassostrea virginica* selon GALTSOFF (1964).

Dans le cadre de l'étude réalisée en période de maturité sexuelle les huîtres ont été choisies dans une population présentant un pourcentage élevé de sujets au stade 3 H : réplétion maximum de la gonade (LE DANTEC, 1968), elles étaient stimulées par une suspension de produits sexuels mûrs avant chaque changement d'eau des bacs.

Le dispositif utilisé pour nos enregistrements a été décrit dans une note antérieure (HIS, 1970) ; nous rappellerons toutefois brièvement son principe. Nous avons employé des tambours enregistreurs à mouvement d'horlogerie et vitesse de déroulement de 22 mm/h. L'activité valvaire des huîtres est transmise par un fil de nylon à un levier de Brodie à inscription à encre. La tension du fil est réglée par un ressort de rappel (enregistrement isométrique). Les huîtres sont fixées sur un support par du ciment à prise rapide en évitant de souiller la commissure des valves. On adapte un crochet de laiton sur la valve droite, ce crochet sert à attacher le fil de nylon qui transmettra le mouvement au levier inscripteur.

Après leur préparation les sujets sont replacés sur leur parc d'origine pendant une semaine au moins ; ceci permet un lessivage assurant une bonne inocuité du ciment de fixation. Nous avons pu constater, de nombreuses fois, une légère croissance des huîtres ainsi préparées et remises sur parc avant leur utilisation.

Recherche de la salinité minimum permettant une activité valvaire normale sans période d'adaptation.

Pour cette première série d'expériences d'une durée de 24 h chacune et menée en dehors de la période de reproduction, la température de l'eau dans les bacs a varié de 14°10 à 19°20. Les différences journalières ont toujours été peu marquées ; inférieures dans tous les cas à 1°30. Avec des différences beaucoup plus importantes (15° à 30°) GALTSOFF n'a observé aucune modification de la durée d'ouverture des valves chez *C. virginica*. Nous avons, pour notre part, noté qu'une variation journalière de température de 14°50 à 19° dans l'eau d'une claire n'a eu aucun effet sur une huître *C. angulata* qui est restée normalement ouverte pendant toute cette période.

Nous pouvons donc considérer que les différences de température pendant cette série d'expériences ont été sans effet marqué sur le comportement de nos sujets.

La détermination du temps total d'ouverture des valves de l'huître indique les réactions de celle-ci à des conditions de milieu déterminées. Le pourcentage de temps d'ouverture par 24 h peut être utilisé comme index de comportement à condition que les mouvements des valves ne traduisent pas de réactions pathologiques (GALTSOFF, 1964).

Compte tenu de ces observations nous avons d'abord vérifié l'activité de 10 huîtres *C. angulata* aux salinités de 27-28 ‰ voisines de celles du milieu naturel. Le temps moyen d'ouverture par jour est supérieur à 93 % ; nous notons un maximum deux fois atteint de 23 h 55 et un minimum de 22 h 55. Ces valeurs sont très proches de celles que rapporte LOOSANOFF (1952) : pour des températures comprises entre 17° et 28° et sur 18 *C. virginica* il notait un pourcentage de 94,3 % dans le milieu naturel.

Nous avons ensuite soumis d'autres sujets à de basses salinités et calculé le pourcentage de durée d'ouverture pour des valeurs comprises entre 5 et 20 ‰ (tabl. 1).

Aux salinités inférieures ou égales à 11 ‰ et malgré les tentatives à peine perceptibles d'ouverture, les huîtres restent fermées pendant les 24 h d'enregistrement. Nos résultats diffèrent de ceux de LOOSANOFF (1952), cet auteur constate que des huîtres *C. virginica* prélevées sur parc à

27‰ de salinité puis immergées à des valeurs aussi basses que 7,5‰ présentent une activité valvaire dans 50 % des cas dès les premières heures : un certain nombre de sujets s'ouvrent même à 5‰. Nos observations se rapprochent davantage de celles de HOPKINS (1936) qui signale des limites de tolérance situées entre 10,5 et 13‰ chez *Crassostrea gigas*.

Salinité	Temps d'ouvertures pour les 24 h			Durées d'ouverture % moy.
	Temps moy.	Temps max.	Temps min.	
5	0	0	0	0
7	0	0	0	0
9	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0 h 42	1 h 50	0	3
13	5 h 11	13 h 25	1 h	24
14	9 h 15	13 h	2 h 15	39,9
16	13 h 15	15 h 51	1 h 55	66
17	18 h 30	15 h 10	0 h 55	77

TABLE. 1. — Durée des périodes d'ouverture des valves chez *Crassostrea angulata* pour les premières 24 heures d'immersion à différentes salinités (valeurs établies sur 10 huîtres).

A la valeur de 12‰ les huîtres se sont ouvertes à l'exception d'un individu cependant le pourcentage moyen d'ouverture par 24 h est encore inférieur à 3 %. Dès la valeur de 13‰ il augmente brusquement et passe à 24 %. Il atteint 74 % à la salinité de 17‰ (fig. 1).

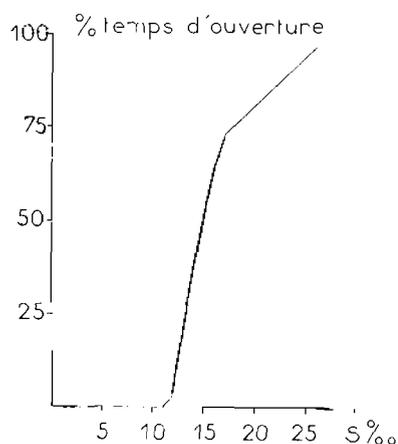


FIG. 1. — Pourcentages moyens des durées d'ouverture pour les premières 24 heures d'immersion aux différentes salinités.

On note toutefois des différences marquées de comportement pour des sujets placés dans des conditions identiques de milieu. On remarque en effet un écart important entre les durées maximales et minimales d'ouverture par période de 24 h. Par exemple, à la valeur de 13‰ qui semble représenter un seuil au-delà duquel le temps moyen d'ouverture dépasse 25 % les valeurs limites obtenues sur les dix huîtres s'échelonnent entre une heure et 13 h 15. Des constatations identiques sur les différences individuelles du comportement des huîtres ont été faites par de nombreux auteurs sans que l'on puisse expliquer le phénomène de façon satisfaisante.

Parallèlement à la durée totale d'ouverture pour les premières 24 heures d'immersion les enregistrements permettent d'obtenir quelques données intéressantes sur l'adaptation des sujets exposés aux basses salinités. En effet la mesure de la période écoulée entre l'immersion et le premier mouvement valvaire d'ouverture franche permet de définir un *temps de latence* significatif de la rapidité d'adaptation des sujets. Ainsi à la suite d'un assec de 24 h et conformément aux observations déjà rapportées par GALTSOFF pour l'espèce *Crassostrea virginica*, les huîtres placées à la salinité de 27‰ présentent une activité valvaire dès les premières minutes d'immersion. A

la valeur de 12‰, à laquelle se manifeste un début d'activité valvaire, le temps de latence varie entre 1 h 35 et 19 h 45 ; il est encore compris entre 30 mn et 19 h 45 jusqu'à la salinité de 13‰. Pour les salinités supérieures les huîtres se sont ouvertes dès les premières minutes d'expériences ; on note un maximum de 17 mn à 14 et 15‰.

Les possibilités d'adaptation aux basses salinités et les limites inférieures d'adaptation chez *Crassostrea angulata*.

Nous venons de voir que les huîtres *C. angulata* pouvaient présenter une légère activité valvaire dès les premières heures d'immersion quand elles sont brusquement transférées d'un milieu à salinité relativement élevée (27 à 28‰) dans un autre à salinité plus faible (13‰).

Nous avons ensuite recherché la valeur limite de salinité à laquelle ces huîtres pouvaient s'adapter après des périodes plus ou moins longues d'occlusion des valves. Dans un premier temps les expériences ont été conduites pendant les mois d'hiver et de printemps ; nous ne rapporterons que celles pour lesquelles la température de l'eau est comprise entre 10 et 15° environ, températures compatibles avec une activité normale des mollusques.

Dans un second temps nous avons essayé de mettre en évidence l'incidence d'une maturité sexuelle avancée sur les réactions des huîtres aux basses salinités : possibilité de résistance et d'émission des produits sexuels.

Dans ces deux séries d'expériences les sujets sont placés dans des bacs de 60 litres dont l'eau de mer est renouvelée tous les 3 jours et aérée quotidiennement pendant 2 heures.

Possibilités d'adaptation en dehors de la période de reproduction.

Les salinités suivantes inférieures au seuil de 12‰ ont été testées : 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11‰.

Les résultats obtenus, par enregistrement de l'activité valvaire, sont confirmés pour chacune des valeurs en plaçant 10 sujets supplémentaires à la salinité choisie après l'assec habituel de 24 h, en suivant quotidiennement les variations de la salinité intervalvaire.

Aux valeurs de 5, 6 et 7‰ la survie des sujets est de courte durée ; dans les trois cas nous notons leur mort entre le quatrième et le septième jour, une exception a été une résistance de 12 jours après une longue période d'occlusion (5 jours) chez un sujet placé à la valeur de 7‰. On ne note, sur les enregistrements, que de très faibles tentatives d'ouverture des valves puis les huîtres deviennent rapidement baillantes et perdent leur pouvoir d'occlusion. La salinité intervalvaire ne baisse que très peu pendant la période d'occlusion, passant en trois ou quatre jours de 28 à 26,5‰ ; puis elle tombe rapidement pour atteindre une valeur équivalente à celle de l'eau des bacs, 5, 6 ou 7‰.

Dès les valeurs de 8 et 9‰ la survie des sujets est assurée dans tous les cas. On constate que les lamellibranches maintiennent l'isolement de leur cavité palléale pendant une période qui varie de deux à cinq jours ; puis les enregistrements permettent d'observer de faibles tentatives d'ouverture. Le temps total d'occlusion des valves par période de 24 h reste encore important (23 h à 8 h pendant les 15 premiers jours d'expérience). Puis la durée des périodes d'activité valvaire journalière peut atteindre un maximum quotidien de 23 h ; l'adaptation des huîtres est réalisée.

Pour ces deux valeurs de la salinité les expériences sont poursuivies pendant un mois et demi sans que l'on constate de mortalité. Les huîtres sont ensuite replacées sur leur parc d'origine où elles semblent poursuivre leur cycle biologique normal. Au cours de l'été qui a suivi leur utilisation nous en avons sacrifié une partie en période de maturité sexuelle et avons pu noter que l'évolution de leur gonade était normale ; le reste des huîtres est encore vivant à ce jour, soit plus d'un an après leur remise sur parc.

Pour les valeurs de 10 et 11‰ l'adaptation des sujets est plus rapide ; si l'occlusion de la cavité palléale est généralement observée pendant les premières 24 h en dessous des valeurs de 12 et 13‰ nous constatons dans un cas l'ouverture d'un sujet à la salinité de 11‰ ; ce phénomène a été exceptionnel.

Il faudra attendre la deuxième ou la troisième journée pour assister à l'apparition d'une activité valvaire normale. Dès le troisième jour le temps d'ouverture par période de 24 heures dépasse les 50 %. L'adaptation des huîtres pour ces salinités est donc rapidement réalisée.

Influence de la maturité sexuelle sur les possibilités d'adaptation aux basses salinités.

L'adaptation chez l'espèce *Crassostrea angulata* se fait dans 100 % des cas dès la salinité de 8 ‰ pour des sujets au repos sexuel ; il n'en est pas de même pour des huîtres à un stade de maturité avancée.

Pour cette série d'expériences, dont la durée a été portée à un mois et demi, les lamellibranches ont été choisis dans une population qui présentait un fort pourcentage de sujets au stade 3H (réplétion maximum de la gonade) ; les températures comprises entre 19°50 et 23°, les amplitudes journalières étant peu importantes.

Pour des valeurs de 11 et 12 ‰ la survie a été de 100 % ; les sujets sacrifiés au bout d'un mois et demi étaient dans 80 % des cas au stade 3H. L'adaptation est assez rapide puisque l'occlusion totale de la cavité palléale n'est pas maintenue au-delà des premières 24 heures ; dès la cinquième journée le pourcentage de temps quotidien d'ouverture atteint 90 %.

Nous avons pu déclencher la ponte chez les huîtres femelles en les stimulant par des suspensions de gamètes mâles ; le frai se manifeste normalement et se poursuit pendant 70 mn chez un sujet (ponte totale). Il présente sur nos enregistrements ses caractéristiques habituelles : périodicité des battements dont l'amplitude est augmentée par rapport à celle que l'on observe chez l'huître au cours de sa filtration, phase ascendante à palier, occlusion partielle et brutale lors de l'émission des gamètes.

En aucun cas la ponte ou l'éjaculation n'ont été suivies de mortalité.

A la salinité de 10 ‰ les premières mortalités se sont manifestées. La survie a été toutefois observée chez les sujets qui, tout au long des expériences, n'ont manifesté ni réaction de ponte ni réaction d'éjaculation. Lorsqu'ils ont été sacrifiés au bout d'un mois et demi, ils se sont révélés au stade 4 de la maturité sexuelle (vidage presque total de la gonade).

Les mortalités ont affecté les sujets des deux sexes, et sont intervenues au cours de la première semaine. Nous avons constaté des durées d'ouverture journalières importantes dès les premières 48 heures. 20 % seulement des huîtres ont pu réaliser leur adaptation ; le pourcentage quotidien des temps d'ouverture de la cavité palléale n'a atteint 25 % que le quatrième ou le cinquième jour.

Tous les sujets que nous avons soumis à la salinité de 9 ‰ étaient mûrs.

Dans 30 % des cas les émissions peuvent être provoquées sans être suivies de mortalités.

Dans 10 % des cas la mort intervient après le frai : par exemple ponte le vingt-sixième jour et mort le trentième.

Dans 60 % des cas la mortalité intervient entre le sixième et le dixième jour. Une seule ponte est enregistrée : elle indique chez l'huître des signes pathologiques évidents ; chaque émission de gamètes se fait par les battements valvaires caractéristiques (amplitude, palier de la phase ascendante) mais la réaction est très lente.

A la valeur de 8 ‰ les expériences sont poursuivies pendant deux mois. 20 % des sujets ont survécu, soit qu'ils aient frayé, soit qu'ils n'aient pas réagi à la stimulation (stade 4). 80 % des huîtres des deux sexes (stade 3H) sont mortes entre le troisième et le neuvième jour.

Dans le milieu naturel, en période de « doussain » les mortalités sont favorisées par les températures élevées. Elles sont dues à la fois à un abaissement de la salinité et aux phénomènes concomitants liés aux apports telluriques.

Dans nos expériences la sensibilité des sujets testés est liée à l'état de réplétion des gonades plutôt qu'à une influence directe de la température. Nous notons que les sujets à un stade de réplétion maximum de la gonade sont plus sensibles que ceux qui ont déjà frayé et se trouvent au stade 4 lors de leur mise en expériences. Pour ces derniers la survie est du même ordre que pour les huîtres soumises aux mêmes conditions d'expériences en dehors de la période de

maturité sexuelle à des températures légèrement inférieures. Les différences de température ne peuvent donc expliquer les différences de comportement.

De nombreux auteurs ont montré que lorsqu'elle atteint son volume maximum, la gonade double pratiquement le volume de la masse viscérale ; ce seul fait peut expliquer les difficultés qu'ont alors les mollusques pour réaliser leur équilibre osmotique avec le milieu ambiant quand la salinité est brusquement abaissée.

Conclusions.

Des huîtres portugaises *Crassostrea angulata* LMK, habituées sur leur parc d'origine à des salinités de l'ordre de 27 à 28 ‰ peuvent, dans de larges limites, subir un abaissement marqué de ce facteur de milieu.

Selon l'importance de cet abaissement et sous des conditions moyennes de température on peut distinguer trois valeurs limites essentielles.

Jusqu'à la salinité de 12 ‰ l'adaptation est très rapide ; elle se réalise généralement en 24 h et dès les valeurs de 13 à 15 ‰ le lamellibranche récupère en grande partie une activité valvaire normale.

Entre 11 et 8 ‰ les possibilités d'adaptation existant encore ; le phénomène est plus lent mais la récupération de l'activité valvaire est réalisée. Remises dans leur milieu naturel les huîtres ne seront pas affectées et poursuivront leur cycle biologique normal.

La valeur de 7 ‰ représente la limite inférieure ; pour cette salinité et au-dessous les huîtres sont condamnées si l'abaissement est sans transition.

Enfin en dehors de toute action directe de la température un état de maturité avancée se traduit par une diminution des possibilités d'adaptation de l'huître portugaise. Dès la valeur de 10 ‰ et jusqu'à celle de 8 ‰ où l'émission des produits sexuels a pu être enregistrée, les mortalités se manifestent. Ceci semble lié à l'état de réplétion maximum de la gonade puisque des sujets qui ont pu émettre leurs produits normalement dans le milieu naturel (stade 4) n'ont pas eu leur seuil de sensibilité modifié. Ce phénomène indique bien que lors d'un état de maturité sexuelle avancée les huîtres *Crassostrea angulata* sont particulièrement exposées en cas de rupture de l'état d'équilibre des facteurs de milieu.

Les résultats exposés ont été obtenus à partir d'une population provenant d'un parc d'élevage du bassin d'Arcachon où règnent des conditions moyennes de milieu pendant toute l'année. Les limites de tolérance que nous avons pu préciser seraient vraisemblablement modifiées en fonction d'une origine différente des huîtres : parcs soumis à des influences plus océaniques ou au contraire plus continentales.

Manuscrit remis le 19 avril 1971

BIBLIOGRAPHIE

- COLLIER (A.S.), RAY (S.M.), MAGNITZKY (A.W.) et BELL (J.O.), 1953. — Effect of dissolved organic substances on oysters. — *U.S. Fish Wildl. Serv.* **54** (84), p. 167-185.
- GALTSOFF (P.S.), 1928. — Experimental study of the function of the oyster gills and its bearing on the problems of oyster culture and sanitary control of the oyster industry. — *U.S. Bureau of Fisheries, Bull.*, **44** (Doc. N° 1035, p. 1-39).
- 1964. — The American oyster *Crassostrea virginica* GMELIN. — *U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull.* **64**, 410 p.
- HIS (E.), 1970. — Un dispositif simple permettant d'étudier le comportement des huîtres sous des conditions expérimentales ou des conditions naturelles de milieu. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 196, p. 1-6.
- HOPKINS (A.E.), 1931. — Temperature and Shell movements of oysters. — *U.S. Bureau of Fisheries, Bull.*, **47**, p. 1-14.

- HOPKINS (A.E.), 1936. — Adaptation of the feeding mechanism of the oyster (*Ostrea gigas*) to changes in salinity. — *Ibid.*, **48**, p. 345-364.
- LE DANTEC (J.), 1968. — Ecologie et reproduction de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata* Lmk) dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **32** (3), p. 241-361.
- LOOSANOFF (V.L.), 1939. — Effect of temperature upon shell movements of clams, *Venus mercenaria* L. — *Biol. Bull.*, **76**, p. 160-171.
- LOOSANOFF (V.L.) et NOMEJKO (A.-C.), 1946. — Feeding of oysters in relation to tidal stages and to periods of light and darkness. — *Biol. Bull.*, **90**, p. 244-264.
- LOOSANOFF (V.L.) et ENGLE (J.B.), 1947. — Effect of different concentrations of microorganisms on the feeding of oysters (*O. virginica*). — *U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull.*, **51**, p. 31-57.
- NELSON (T.C.), 1921. — Report of the Department of Biology of the New Jersey Agricultural College Experiment Station, New Brunswick, N.J., for the year ending June 30th 1920. — Publ. by the State Trenton N.J., p. 317-349.
-