

ETUDE COMPARATIVE DE DIFFERENTS INDICES DE CONDITION CHEZ L'HUITRE CREUSE (*CRASSOSTREA GIGAS*)

par

Alain BODOY*, Jean PROU* et Jean-Paul BERTHOME**

*Laboratoire IFREMER, B.P. 133, 17390 LA TREMBLADE

** IFREMER, Centre de Nantes, rue de l'Île d'Yeu, 44037 NANTES CEDEX

ABSTRACT. A COMPARATIVE STUDY OF SEVERAL CONDITION INDICES FOR THE JAPANESE OYSTER, *CRASSOSTREA GIGAS*.

Among the different condition indices, some of them were compared on a population of the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. The follow-up of experimental racks was performed monthly during four years. The use of dry weight in condition indices gave a more precise and more reliable representation for the condition of the oysters than the fresh weight. The sensitivity of these indices, which corresponds to their ability in revealing small changes in the physiological condition, was calculated for each indice. Those exhibiting the best sensitivity were ranked as follow: dry weight on the difference between total weight and shell weight, dry weight on intervalve volume. Other indices including the ratio between dry weight and various assessments of the volume (cube of the length, total volume, or products of length, width and thickness) and of the total weight, has a lower, but similar sensitivity. Some criteria for selecting a condition indice according to its scientific or economic use were given. They were based on characteristics such as sensitivity, accordance with the biological events, and easiness of determination.

RESUME.

La comparaison d'un certain nombre d'indices de condition proposés dans la littérature a été effectuée sur une population expérimentale de l'espèce *Crassostrea gigas*, suivie pendant quatre ans selon un rythme mensuel. De l'étude de ces différents indices, il ressort que l'emploi du poids sec permet d'obtenir une représentation plus précise et plus fiable de la condition des individus. La sensibilité de ces indices qui correspond à leur capacité à mettre en évidence de faibles fluctuations de l'état physiologique, a été calculée pour chaque formule. Les indices qui présentent la plus forte sensibilité sont constitués du rapport entre la quantité de chair et le volume disponible à l'intérieur de la coquille, calculé soit de manière indirecte, par pesée, soit de manière directe, par des mesures volumétriques. Puis viennent ensuite des indices constitués du rapport entre la quantité de chair et une mesure se rapportant au volume total (cube de la longueur, volume total, ou produit des trois dimensions) ou au poids total. Quelques critères de choix d'un indice de condition, basés sur leur sensibilité, leur concordance avec les phénomènes biologiques et leur facilité d'obtention, ont été proposés en fonction de la destination, scientifique ou économique, de ces indices.

MOTS-CLES : Indice de condition. Indice de qualité. Bivalve, *Crassostrea gigas*.

KEY-WORDS : condition index. Condition factor. Bivalve. *Crassostrea gigas*.

INTRODUCTION.

L'étude du cycle biologique d'une espèce a pour but de déterminer quels sont les phénomènes marquants survenant au cours de ce cycle, telles que la croissance ou la reproduction. Chez les mollusques des eaux tempérées, ces phénomènes sont généralement caractérisés par des fluctuations saisonnières dont les conséquences se font sentir sur la plupart des aspects de leur biologie et de leur

physiologie. Cette dépendance vis à vis des conditions d'environnement se traduira essentiellement par des variations de la quantité des tissus organiques présents, quantité correspondant à la "condition" de l'animal en question. L'emploi d'indices permettant d'évaluer cette condition est d'un usage courant dans les études concernant les populations exploitées (MANN, 1978; BERTHOME et al., 1979) ou bien lorsqu'il s'agit de suivre une évolution physiologique se traduisant par des fluctuations des réserves énergétiques, qu'il s'agisse d'engraissement ou d'amaigrissement (GABBOTT et WALKER, 1971).

La diversité des objectifs poursuivis a entraîné une prolifération des indices de condition, puisque pas moins de douze indices différents ont été proposés, si l'on s'en tient aux travaux de LAWRENCE et SCOTT (1982), de PHERNAMBUCQ et VROONLAND (1983) et de LUCAS et BENINGER (1985). Certains de ces indices ont été comparés entre eux par divers auteurs, parmi lesquels PHERNAMBUCQ et VROONLAND (1983), LUCAS et BENINGER (1985), MANN (1978) et ENGLE (1950). Cependant ces comparaisons ont généralement été effectuées soit sur le plan théorique, soit pour des indices calculés à une période donnée (NEUDECKER, 1980), mais rarement sur une durée permettant de suivre l'évolution de la condition d'une seule et même population, sur une ou plusieurs années (ASKEW, 1972; WHYTE et ENGLAR, 1982). D'autre part, si l'on désire choisir un indice de condition, la comparaison ne devrait pas se baser seulement sur des considérations concernant la fiabilité ou la facilité de détermination des paramètres biologiques utilisés dans le calcul de l'indice. Il est en effet nécessaire d'évaluer les sensibilités respectives de ces indices, ainsi que l'intensité de la liaison entre les fluctuations de la matière organique et celles de ces indices.

L'objet de cet article consiste à effectuer une mesure chiffrée de la sensibilité des indices de condition, à partir de l'évolution sur 4 ans d'une seule population, représentative des conditions d'élevage dans le bassin ostréicole de Marennes-Oléron et de proposer quelques critères de choix d'un indice en fonction de la nature des renseignements recherchés.

MATERIEL ET METHODES.

Les indices présentés dans cette étude ne concernent que des indices dits statiques, selon la classification établie par LUCAS et BENINGER (1985). Ils ne concernent par ailleurs, que les fluctuations à caractère physiologique. Les changements dans la morphologie de la coquille, tels qu'ils sont représentés dans l'indice de IMAI et SAKAI (1961) ou le coefficient de qualité externe de BERTHOME (1978) n'ont pas été pris en compte. De même les formulations reposant sur des mesures expérimentales physiologiques, telles que l'efficacité nette de croissance, la charge énergétique (ATKINSON, 1971), ou sur des mesures biochimiques telles que le glycogène (WALNE, 1970) n'ont pas été étudiées. Le lot d'huîtres utilisées pour ce travail, provient d'un captage de naissain au cours de l'été 1978, effectué en Seudre (Charente-Maritime) sur des plaquettes de fibro-ciment chaulées. Après détrocage, ces huîtres ont été installées en culture en surélevé, dans un parc expérimental découvrant par coefficient de 75, à raison d'une densité en début d'expérience de 140 individus par casier ostréicole. Chaque mois, 10 individus prélevés au hasard

sont ramenés au laboratoire pour y effectuer les mesures de biométrie. Les longueurs, largeurs, et épaisseurs maximales sont mesurées au pied à coulisse, à 0,1 mm près. Les différents volumes (volume total et volume des valves) sont mesurés par une éprouvette à débordement à 0,1 ml près (BAIRD, 1958). Les déterminations des poids (poids total de l'individu vivant, poids frais des chairs après dissection, poids sec, poids de la coquille) sont effectuées à 0,01 g près, le poids frais étant mesuré après égouttage des chairs sur une trame nylon, et le poids sec des chairs étant obtenu par séchage en étuve à 60° C pendant 72 heures.

Les différents indices présentés plus loin, ont été calculés pour chaque prélèvement, sur tous les individus, la moyenne de l'écart-type des prélèvements étant seuls représentés sur les figures. Les formules de calcul des indices avec les unités entre parenthèses sont les suivantes:

1. 10^3 x poids frais/poids total (g,g)
2. 10^3 x poids sec/poids total (g,g) (PHERNAMBUCQ et VROONLAND, 1983)
3. 10^2 x poids de coquille/poids total (g,g)
4. 10^4 x poids frais/longueur³ (g,mm)
5. 10^6 x poids sec/longueur³ (g,mm) (BEUKEMA et DE BRUIN, 1977, modifié)
6. 10^4 x poids total/longueur³ (g,mm)
7. 10^4 x poids frais/(longueur X largeur X épaisseur) (g,mm)
8. 10^5 x poids sec/(longueur X largeur X épaisseur) (g, mm)
9. 10^5 x poids total - poids de coquille/(longueur X largeur X épaisseur) (g, mm)
10. 10^2 x poids frais/poids de coquille (g,g)
11. 10^3 x poids sec/poids de coquille (g,g) (WALNE et MANN, 1975)
12. 10^3 x poids frais/(volume total-volume de coquille) (g,cm³) (CHEW et al., 1965)
13. 10^2 x poids frais/(poids total-poids de coquille) (g,g)
14. 10^3 x poids sec/(poids total-poids de coquille) (g,g) (LAWRENCE et SCOTT, 1982)
15. 10^3 x poids sec/volume total-volume de coquille (g,cm³) (MEDCOF et NEEDLER, 1941)
16. 10 x poids frais/volume total (g,cm³)
17. 10^3 x poids sec/volume total (g,cm³)
18. 10^2 x poids total/volume total (g,cm³)
19. 10^2 x poids frais/(longueur + largeur + épaisseur)/3 (g,mm)
20. 10^4 x poids sec/(longueur + largeur + épaisseur)/3 (g,mm)
21. poids sec/[(longueur + largeur + épaisseur)/3]³ (g,mm)

pour chacune de ces formules, le numérateur représente le facteur qui varie en fonction de la condition de l'animal, et le dénominateur constitue l'élément de pondération, qui a pour but d'éliminer l'influence de la croissance sur les valeurs de l'indice, de manière à obtenir une formule qui soit indépendante de l'âge des individus. La sensibilité de chaque indice a été calculée de la manière suivante : on mesure pour chaque année, le rapport de la diminution de l'indice entre un maximum et un minimum annuels successifs sur le maximum de la même année, et l'on calcule la moyenne de ces rapports, exprimée en pourcentage. La formule est la suivante:

$$SI = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n (I \max_i - I \min_i) / I \max_i$$

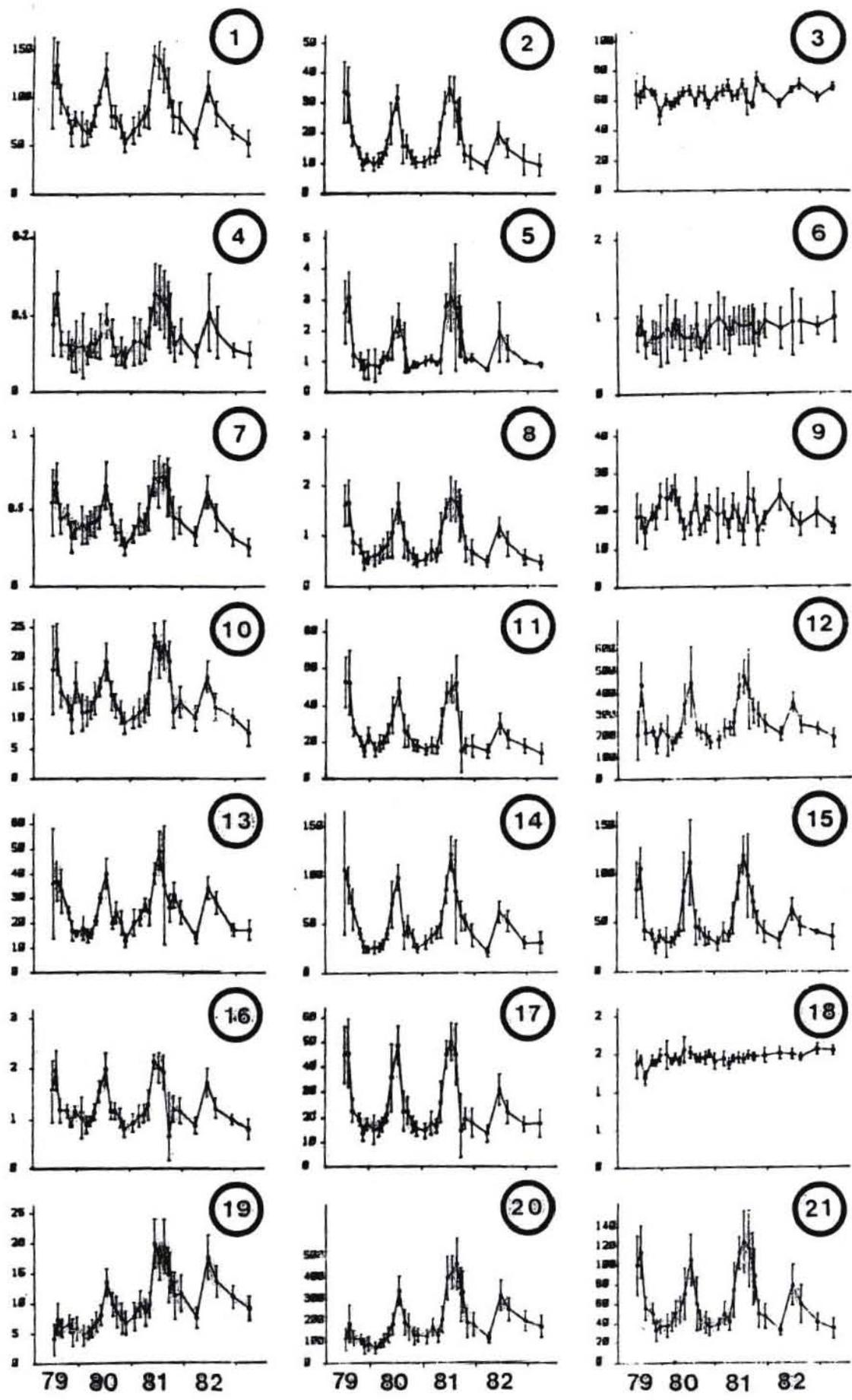


Figure 1 : Evolution mensuelle des différents indices de condition. La définition des indices correspondant aux numéros encadrés est donnée dans le texte.

dans laquelle $I_{max,i}$ et $I_{min,i}$ représentent les valeurs maximales et minimales de l'indice en question, pendant l'année i , S_i la sensibilité de l'indice et n le nombre d'individus. Les calculs n'ont pas été effectués pour la dernière année (1982), car la fréquence moins grande des prélèvements ne permet pas d'obtenir une représentation satisfaisante des phénomènes biologiques.

CARACTERISATION D'UN INDICE DE CONDITION.

Parmi les différentes formules proposées, quelques unes ne répondent pas à ce que l'on peut attendre d'un indice de condition. Ou bien elles ne révèlent pas de variations annuelles de la condition, ou bien elles montrent que les valeurs, bien que présentant des fluctuations annuelles, possèdent encore une tendance à l'accroissement sur plusieurs années, l'âge des individus influençant les résultats. La formule en question se ramène alors à un paramètre de croissance et non à un indice. Ceci concerne alors plus particulièrement les formules 19 et 20 (fig. 1), dont le dénominateur a la dimension d'une longueur; il est en fait égal à la moyenne de la longueur, de la largeur et de l'épaisseur de la coquille, cette moyenne étant considérée comme plus précise qu'un seul paramètre isolé, pour des espèces au test particulièrement friable (c'est le cas pour *Crassostrea gigas*, notamment pendant les périodes de croissance). L'utilisation d'un dénominateur ayant la dimension d'un volume (ou d'une masse), alors que le numérateur a lui aussi, l'une des deux dimensions, permet d'obtenir une formule ne tenant pas compte de la croissance de l'individu. Ainsi, sur la figure 1.21, on constate que le fait d'élever au cube le dénominateur, et donc de lui donner la dimension d'un volume, permet de faire disparaître la tendance qui existait dans la formule 20.

Quelques renseignements peuvent être obtenus par l'emploi de formules particulières, qui, de façon évidente, ne correspondent pas à des indices de condition. Par exemple, le rapport poids de coquille/poids total (fig. 1.3) ne varie que très peu. Pour l'espèce *Crassostrea gigas*, la coquille représente entre 60 et 70 % du poids total, et les légères fluctuations observées correspondent aux périodes de croissance du test. Quant aux rapports poids total/longueur³ (fig. 1.6) et poids total/volume total (fig. 1.18), ils sont pratiquement constants. Dans l'espèce en question, l'utilisation du volume total à la place du cube de la longueur diminue considérablement la variabilité observée. Ceci est dû, pour l'essentiel, à une forme générale de coquille qui fluctue en fonction de la place disponible pour la croissance, et des conditions d'environnement, telle que l'agitation des eaux.

COMPARAISON DES INDICES DE CONDITION.

En ce qui concerne l'allure générale des courbes d'indice de condition, elle est tout à fait comparable d'une formule à l'autre. On peut toutefois remarquer qu'il existe, pour des indices calculés avec le même numérateur, quelques différences d'amplitude des fluctuations observées, qui se traduisent par des sensibilités différentes. Certaines formules de calcul comprennent au numérateur soit le poids frais (colonne de gauche, fig. 1), soit le poids sec de l'animal (colonne centrale, fig. 1), le dénominateur étant le même dans les deux cas. La comparaison des graphes montre que l'utilisation du poids sec se traduit dans tous les cas par une diminution

de la variabilité (les écarts-types sont plus petits) et par une augmentation générale de l'amplitude des fluctuations. Ces faits nous conduisent à proposer l'utilisation du poids sec des chairs chaque fois que l'indice de condition est utilisé dans une optique quantitative (études de reproduction, caractérisation d'un état physiologique).

Tableau I : Evaluation de la sensibilité de différents indices de condition comprenant le poids frais ou le poids sec des chairs au numérateur.
Voir le mode de calcul dans le texte.

| Dénominateur | Numérateur | |
|---------------------------------|-------------|-----------|
| | Poids frais | Poids sec |
| Poids total | 54,59 | 70,17 |
| Longueur ³ | 58,70 | 71,45 |
| Longueur x largeur x épaisseur | 55,90 | 69,96 |
| Poids de coquille | 54,99 | 70,48 |
| Poids total - Poids de coquille | 64,44 | 77,85 |
| Volume total | 60,85 | 71,20 |
| Volume intervalvaire | 60,15 | 74,24 |

Les cotations de sensibilité établies en pourcentage pour les formules de calcul correspondant à des indices sont représentées sur le tableau I. La comparaison avec la figure 1, colonne de gauche (poids frais) et colonne centrale (poids sec), montre que dans tous les cas, les indices calculés à partir du poids sec s'avèrent plus sensibles. Aucun indice utilisant le poids frais ne dépasse 65 %, alors que c'est le cas pour tous les indices utilisant le poids sec.

D'autre part, on observe que les valeurs de sensibilité les plus élevées sont rencontrées lorsque le dénominateur est constitué de la différence entre poids total et poids de coquille, qui correspond donc au poids frais de chair, additionnée de l'eau intervalvaire. Si l'animal a été maintenu dans l'eau jusqu'au moment de la mesure du poids total, cette quantité correspond à l'occupation totale du volume intervalvaire. Les sensibilités de cet indice sont alors les plus fortes, aussi bien pour la série d'indices calculée à partir du poids sec (77,85 %) que celle calculée à partir du poids frais (64,44 %). L'indice de condition présentant les meilleurs valeurs de sensibilité après celui-ci est constitué du rapport poids sec sur volume intervalvaire, ce dernier étant mesuré par différence entre le volume total et le volume de coquille. Puis viennent deux indices dont le dénominateur a également la dimension d'un volume (poids sec/longueur³ et poids sec/volume total). Enfin, les derniers indices utilisant le poids sec (poids sec/poids total, poids sec/[longueur x largeur x épaisseur] et poids sec/poids de coquille) présentent tous des sensibilités voisines de 70 %. L'examen de la sensibilité des indices incluant le poids frais dans leur formule de calcul montre que l'on peut proposer un classement comparable, bien que légèrement différent: en effet, le rapport poids frais/volume total se situe en seconde position, devant le rapport poids frais/volume intervalvaire. Compte-tenu de cette similitude globale dans la hiérarchie des

sensibilités entre indices utilisant le poids frais et ceux utilisant le poids sec, on peut établir que la différence moyenne des sensibilités entre ces deux catégories d'indices est de 13,68 % avec un écart type de 1,79 %.

Après avoir établi quelle est la sensibilité de ces indices de condition, il reste à considérer dans quelle mesure ils correspondent aux fluctuations physiologiques exerçant une action sur la condition de l'animal. La courbe d'évolution du poids sec des individus de *Crassostrea gigas* a été représentée sur la figure 2 dans ce but.

Si l'on excepte la dernière année d'observation qui n'a pas fait l'objet de prélèvements suffisamment fréquents, on peut constater qu'il existe une bonne correspondance entre les pics de valeurs du poids sec, et ceux des différents indices de condition. Ceci est particulièrement net pour les années 1979 et 1980, années qui se caractérisent par ailleurs par une intensité normale dans le captage de naissain. Les pics sont bien dessinés et pour l'année 1980, la chute des indices après le maximum estival est bien marquée. Elle peut être mise en relation avec l'émission des produits sexuels, par des individus ayant alors atteint leur maturité sexuelle (DESLOUS-PAOLI, 1982). Par contre, en 1981, les conditions trophiques et de température n'ont pas permis aux huîtres de se reproduire de manière satisfaisante. Les produits sexuels ont été émis très tardivement et de manière incomplète. Ceci se traduit par des valeurs élevées du poids sec qui se maintiennent sur plusieurs mois, et par une décroissance automnale progressive, qui correspond aux émissions partielles des gamètes, puis à la lyse de ceux qui n'ont pas été éjectés. L'essentiel de ces phénomènes se retrouve dans les différents indices de condition. On notera toutefois qu'ils reflètent plus ou moins intensément les phénomènes biologiques décrits plus haut. Il faut donc se garder de déduire à partir de l'évolution d'un indice de condition, la présence d'événements biologiques, telle que l'émission de gamètes, sans une vérification de leur réalité.

ETABLISSEMENT DE CRITERES DE CHOIX POUR UN INDICE DE CONDITION.

Les différentes caractéristiques des indices, telles qu'elles ont été présentées peuvent être prises en compte pour établir des critères de choix de ces indices, en fonction de l'usage auquel ils sont destinés. La hiérarchisation de ces critères permet alors d'établir un classement de ces indices. La démarche proposée dans le tableau 2 repose essentiellement sur deux destinations possibles de ces indices, telles qu'elles ont été établies par LUCAS et BENINGER (1985). La première concerne le domaine économique et la facilité d'obtention des paramètres constitue alors le critère fondamental. Dans cet esprit, les poids totaux et poids de chair fraîche, ainsi que les longueurs sont les mesures les plus aisées à obtenir. La reproductivité des résultats doit également être considérée, mais elle dépend pour une large mesure du protocole de mesure. Dans le cas de l'huître *Crassostrea gigas*, un protocole d'obtention d'un indice de condition, ou indice de qualité, (poids frais/poids total) a été établi par l'AFNOR (1985), dans un souci de classification des différentes qualités d'huîtres. Le second usage de ces indices concerne la mise en évidence de phénomènes physiologiques, et plus particulièrement de ceux qui sont impliqués dans des fluctuations pondérales : augmentation ou diminution du matériel de réserve en fonction

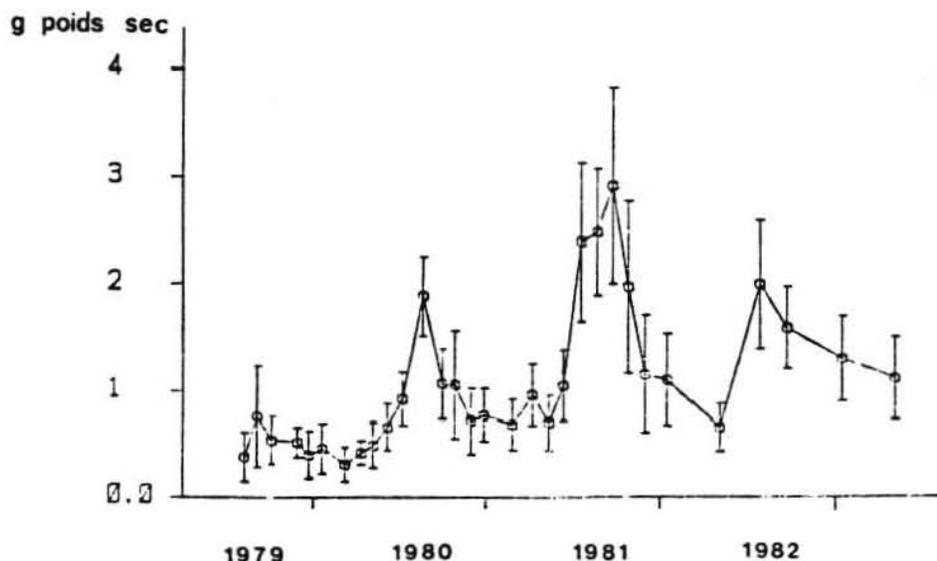


Figure 2. Evolution du poids sec des chairs de *Crassostrea gigas* de 1979 à 1985

Tableau II : Critères de choix d'un indice de condition

| DESTINATION | Hierarchie des exigences d'utilisation | Classement des indices |
|---|---|--|
| <u>Estimation</u> de la condition but économique | <ol style="list-style-type: none"> 1. Facilité d'obtention des paramètres (emploi d'une norme). 2. Concordance avec le cycle physiologique | <ol style="list-style-type: none"> 1. Poids frais/poids total 2. Poids frais/longueur³ 3. Poids sec/poids total |
| <u>Mesure comparative</u> et pour chaque espèce de la condition (maturation, évolution des réserves métaboliques). but scientifique | <ol style="list-style-type: none"> 1. sensibilité 2. Concordance avec le cycle physiologique. 3. Facilité d'obtention (selon la nature des études) | <u>Utilisation recommandée du du poids sec.</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Poids sec/poids intervalvaire 2. Poids sec/volume intervalvaire 3. Poids sec/longueur³ |

de l'état d'équilibre entre la disponibilité en nourriture et les exigences métaboliques, accumulation puis émission de produits sexuels. Il est alors nécessaire pour ces indices physiologiques, d'accorder la primauté au critère de sensibilité, de façon à révéler les fluctuations de la matière organique qui s'expriment en terme de condition. La concordance entre ces variations physiologiques et celles d'un indice constitue une deuxième exigence, qui semble d'ailleurs être satisfaite pour la plupart des formules proposées. Enfin, on peut prendre en compte comme dernier critère de choix, la facilité d'obtention des paramètres utilisés dans les formules, puisque le rôle d'un indice est de fournir une image du cycle physiologique de l'animal, sans avoir à effectuer des analyses ou des mesures expérimentales.

DISCUSSION ET CONCLUSION.

La nécessité de l'usage du poids sec dans les indices physiologiques a été mise en évidence par de nombreux auteurs, parmi lesquels LUCAS et BENINGER (1985), MANN (1978), ainsi que dans le présent travail. Si l'on s'en tient aux critères de choix présentés plus haut, l'indice présentant la plus forte sensibilité est constitué du rapport entre le poids sec et la différence de entre poids total et poids de coquille. LAWRENCE et SCOTT (1982) ont montré que cet indice correspond étroitement avec le rapport du poids sec sur le volume intervalvaire (MEDCOFF et NEEEDLER, 1941; HOPKINS, 1949), la densité du contenu intervalvaire (eau + chair) étant effectivement proche de 1 g.cm^{-3} . De plus l'obtention de cet indice est simple et rapide, ce qui permet de le recommander pour la plupart des études à but scientifique. Les deux autres indices qui montrent une bonne sensibilité dans le cas de l'huître *Crassostrea gigas* sont le poids sec sur le volume intervalvaire (obtenu par une technique volumétrique) et le poids sec sur le cube de la longueur. Ce dernier est très voisin du "condition factor", proposé par BEUKEMA et DE BRUIN (1977), et qui utilise le poids sec sans cendre (BODOY et MASSE, 1979).

Le classement obtenu pour l'espèce *Crassostrea gigas* ne saurait être généralisé sans quelques précautions à d'autres bivalves. En effet, cette espèce présente une morphologie de la coquille qui est extrêmement variable en étroite relation avec les conditions d'environnement et l'espace disponible pour la croissance. De plus, cette étude a été conduite sur une population provenant d'un bassin ostréicole très chargé, avec une biomasse moyenne de 110.000 tonnes pendant les années considérées. Les performances de croissance, ainsi que la condition des individus sont alors influencées par l'importance de ce stock (HERAL et al., 1985). Enfin, il ne semble guère envisageable de comparer les valeurs prises par un même indice pour deux espèces différentes en raison de l'importance plus ou moins grande de la coquille chez différentes espèces. Celle-ci constituera un pourcentage de poids total plus important chez *Venus verrucosa* que chez *Tellina tenuis* par exemple. Il semble donc souhaitable de limiter l'usage des indices de condition à des comparaisons présentant un caractère relatif.

BIBLIOGRAPHIE.

- AFNOR, 1985. Norme Française. Huîtres creuses. Dénominations et classification, NF V 45-056, 5 p.
- ASKEW, C.G., 1972. The growth of oysters, *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in Emsworth Harbour. Aquaculture, 1 : 237 - 259.
- ATKINSON, D.E., 1971. Adenin nucleotides as stoichiometric coupling agents in metabolism and as regulatory modifiers : The adenylate energy charge. In VOGEL, H.J., ed. : Metabolic Pathways, 5 : 1-21. Academic Press, London.
- BAIRD, R.H., 1958. measurement of condition in mussels and oysters. J. Conseil, 23 (2) : 245 -257.
- BERTHOME, J.P., 1978. Contribution à l'étude des caractères biométriques de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron, avec la détermination d'un coefficient de qualité externe. Cons. int. Explor. Mer. C.M. 1978/K : 34, 11 p.
- BERTHOME, J.P., DESLOUS-PAOLI, J.M. et FERNANDEZ CASTRO, N., 1979. Comparaison de trois index de qualité de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1979/K : 18, 9 p.
- BEUKEMA, J.J., DE BRUIN, W., 1977. Seasonal changes in dry weight and chemical composition of the soft parts of the Tellinid bivalve, *Macoma balthica* in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea. Res.. 11 (1) : 42 - 55.

- BODOY, A., et MASSE, H., 1979. Quelques paramètres permettant de suivre la production organique d'un mollusque bivalve au cours d'un cycle saisonnier. Publ. Sci. Tech. CNEXO : Actes colloq., n° 7 : 753-766.
- CHEW, K.K., SPARKS, A.K. and KATKANSKY, S.C., 1965. Preliminary results on the seasonal size distribution of *Mytilicola orientalis* and the effect of this parasite on the condition of the pacific oyster, *Crassostrea gigas*. J. Fish. Res. Bd Canada; 22 : 1098-1101.
- DESLOUS-PAOLI, J.M., 1982. Croissance et qualité de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron. Téthys, 10 (4) : 365-371.
- ENGLE, J.B., 1950. The condition of oysters as measured by the carbohydrate cycle, the condition factor and the percent dry weight. Natl. Shellfish Assoc. Conv. Add. : 20-25.
- GABBOTT, P. A. et WALKER, A.J.M., 1971. Changes in the condition index and biochemical content of adult oysters (*Ostrea edulis* L.), maintained under hatchery conditions. J. Cons.int Explor. Mer 34 (1) : 99-106.
- HERAL, M. et DESLOUS-PAOLI, J.M., 1985. Analyse historique de la production conchylicole du bassin de Marennes-Oléron, et essai d'estimation empirique du potentiel conchylicole. Quatrième colloque interdisciplinaire franco-japonais d'Océanographie, Marseille 16-21 Septembre 1985, sous presse.
- HOPKINS, A.E., 1949. Determination of condition of oysters. Science, 110 : 567-568.
- HUGHES-GAMES, W.L., 1977. Growing the japanese oyster (*Crassostrea gigas*) in subtropical seawater fishponds. I. Growth rate, survival and quality index. Aquaculture, 11 : 217-229.
- IMAI, T. et SAKAI, S., 1961. Study of breeding of japanese oyster. Tohoku J. Agric. Res., 1(2).
- INGLE, R.M., 1949. A comparative study of oyster condition. Science, 109 (2841) : 593.
- LAWRENCE, D.R. et SCOTT, G.I., 1982. The determination and use of condition index of oysters. Estuaries, 5 (1) : 23-27.
- LUCAS, A. et BENINGER, P.G., 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture, 44 : 187-200.
- MANN, R., 1978. A comparaisn of morphometric, biochemical and physiological indexes of condition in marine bivalve molluscs. In : J.H. THARP et W. GIBBOWS, ed., Energy and Environmental stress in aquatic systems. DOE Symp. Ser. 48 : 484-497.
- MEDCOF, J.C., NEEDLER, A.W.M., 1941. The influence of temperature and salinity on the condition of oysters (*Ostrea virginica*). J. Fish. Res. Bd Canada, 5 (3).
- NEUDECKER, T., 1980. The performance of the condition index of oysters (*Crassostrea gigas*) during spring 1980 at two selected sites of the german Coast. Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1980/F 12 : 12 p.
- PHERNAMBUCQ, A.J.W. et VROONLAND, C.S., 1983. A comparizon of four index of condition of the european flat oyster *Ostrea edulis* L. Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1983/F : 3, 11p.
- WALNE, P.R., 1970. The seasonal variation of meat and glycogen content of seven populations of oysters *Ostrea edulis* L. and a review of the literature. Fish Invest. (London), 26(3): 1-35.
- WALNE, P.R. et MANN, R., 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp. 1975 : 587-607.
- WHYTE, J.N.C. et ENGLAR, J.R., 1982. Seasonal variation in the chemical composition and condition indices of pacific oyster *Crassostrea gigas* grown in trays or on the sea bed. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39 : 1084-1094.
