

# ÉQUATION DE VON BERTALANFFY ET CROISSANCE DES MOLLUSQUES BENTHIQUES DU LAC TCHAD

par Ch. LÉVÊQUE\*

## RÉSUMÉ

*La croissance des mollusques benthiques du lac Tchad a été étudiée par des élevages in situ, et la méthode des accroissements instantanés appliquée aux résultats obtenus, a permis de calculer les courbes de croissance théorique des différentes espèces. Il a été mis en évidence l'influence assez marquée de la saison sur le taux de croissance, et pour plusieurs espèces on a été amené à distinguer la croissance en saison fraîche de la croissance en saison chaude. De même on a pu constater que les conditions écologiques ambiantes qui varient selon les stations étudiées, jouaient également un rôle important dans la vitesse de croissance et les tailles maximums atteintes par les organismes.*

*Les courbes théoriques obtenues sont extrapolables aux populations naturelles. On a pu le vérifier en comparant la croissance des Cleopatra vivant dans le milieu naturel à la croissance des Cleopatra isolés dans les caisses d'élevage. Le type de caisse utilisé n'influe pas significativement sur l'allure des courbes de croissance.*

## ABSTRACT

*Growth of benthic molluscs from lake Chad has been studied by in situ rearings. The curves of theoretical growth were calculated for each species by applying the instantaneous growth rate method to the results obtained. Influence of season upon growth rate was shown to be rather important and, for some species, it was necessary to distinguish between growth during cold season and growth during warm season. Likewise, growth rate and maximum size of the organisms depend upon the ambient ecological conditions which varies from a place to another.*

*By comparing the growth of Cleopatra reared experimentally to the growth of Cleopatra living in their natural medium, it was verified that the growth remains substantially unchanged whatever way of rearing is used. Theoretical curves obtained can therefore be extrapolated to natural populations. The type of box used for rearing has no influence on the shape of growth curves.*

Les recherches poursuivies actuellement sur le lac Tchad ont pour objectif l'étude de la productivité de ce lac dans lequel les mollusques constituent un élément important de la faune benthique (DEJOUX, LAUZANNE et LÉVÊQUE, 1970). Or dans toute étude de production, il est

---

\* Centre O.R.S.T.O.M., B. P. 65, Fort-Lamy (Tchad).

généralement nécessaire de connaître la vitesse de croissance des organismes considérés. C'est dans ce but que l'étude expérimentale de la croissance des mollusques benthiques du lac Tchad a été réalisée.

## 1. MÉTHODES EMPLOYÉES

Tous les résultats concernant la croissance des mollusques du lac Tchad ont été obtenus à l'aide d'élevages *in situ*, ce qui a permis de conserver des conditions aussi proches que possible des conditions naturelles. Dans les rares cas où la comparaison a été possible, on a d'ailleurs pu constater que cette méthode donnait des résultats très proches, sinon identiques, à ceux obtenus sur des animaux vivant en liberté.

La croissance absolue a été exprimée en fonction d'une des dimensions de la coquille : largeur pour les Lamellibranches, hauteur pour les Prosobranches.

### 1.1. Obtention des données.

Lorsqu'on étudie la croissance des mollusques, l'une des méthodes les plus simples et les plus rationnelles, consiste à suivre une cohorte (1) et à mesurer les individus à intervalles plus ou moins régulier. Cette technique a pu être utilisée dans les élevages, pour les mollusques ayant une croissance rapide. Elle présente cependant quelques inconvénients lorsque la durée de vie des animaux est assez longue et que la période d'étude est limitée dans le temps. Étant donné que la méthode d'analyse des données est basée sur l'étude des accroissements instantanés, on a alors eu recours à une autre technique qui permettait de déterminer rapidement le taux de croissance pour différentes tailles. Pour cela, les mollusques ont été groupés par lots (2) en fonction de leur taille et mis en élevage durant quelques mois. Étant entendu que chaque lot était composé d'individus de même taille ou de taille très proche, on s'est alors efforcé de mettre en élevage des lots dont les tailles moyennes s'échelonnaient depuis les tailles les plus petites jusqu'aux tailles les plus grandes, dans la mesure où l'on pouvait les récolter dans le milieu naturel à l'époque des observations.

### 1.2. Technique d'élevage.

Les élevages ont été effectués dans des caisses métalliques (dimensions : 75×50×30 et 50×50×30 cm) immergées sur le fond du lac et à moitié remplies de sédiment préalablement tamisé et débarrassé de sa faune.

Trois types de caisses ont été utilisées :

- 1 — Caisses sans couvercle.
- 2 — Caisses avec couvercle en gros grillage (maille 4 cm).
- 3 — Caisses avec couvercle en grillage moustiquaire.

Les types 1 et 2 étaient destinés aux Lamellibranches alors que le type 3 a surtout servi à l'élevage des Prosobranches vagiles.

---

(1) On entend par cohorte, un groupe d'individus qui sont tous nés au même moment (ou dans un laps de temps très court) et qui vivent ensemble dans les mêmes conditions.

(2) On entend par lot, des groupes d'individus de même taille ou de taille très voisine au moment de leur mise en élevage. Ces lots sont assimilables à des cohortes pour les stades jeunes. Ce n'est plus le cas pour les individus plus âgés, pour lesquels une taille identique n'implique pas obligatoirement le même âge.

Lors de chaque examen, le contenu de chaque caisse était entièrement tamisé. Les mollusques étaient alors mesurés au pied à coulisse, ou à la loupe binoculaire avec oculaire micrométrique pour les espèces de petite taille et les jeunes des autres espèces. Les lots d'individus ont été marqués à l'aide d'encre indélébile de différentes couleurs. L'expérience a montré que ces marques pouvaient subsister plusieurs mois sur la coquille. Cependant les marques étaient refaites lors de chaque passage par mesure de sécurité. Les caisses d'élevage étaient placées à une profondeur de 1 m à 1,5 m et de préférence à l'endroit où les mollusques avaient été récoltés.

Les élevages ont été réalisés en quatre endroits du lac : Baga Kawa, Samia, Bol, delta du Chari, ce qui a permis, dans certains cas, de comparer la croissance d'une espèce dans des conditions écologiques différentes.

Des détériorations survenues dans les élevages, soit du fait des éléments, soit du fait des pêcheurs locaux expliquent souvent l'interruption des observations ou le peu de résultats concernant certaines espèces.

### 1.3. Traitement des données.

Lorsqu'on peut suivre une cohorte suffisamment longtemps à partir des stades jeunes, il est possible de tracer graphiquement la courbe de croissance à l'aide des mensurations successives. De même, lorsqu'on connaît la croissance de différents lots d'une même espèce, on peut essayer de regrouper les divers fragments de courbe afin d'obtenir une estimation de la courbe de croissance de cette espèce.

Cependant, dans l'un et l'autre cas, il a semblé préférable de rechercher une représentation mathématique simple de la croissance, qui s'adapte aux résultats obtenus. Comme l'indique GULLAND (1969), « une formule de croissance doit être facile à ajuster aux données observées, comporter peu de constantes, et ne pas donner de résultats illogiques en dehors des limites des données utilisées ». L'équation de Von Bertalanffy (1938) répond généralement à ces critères. Elle est couramment utilisée par les ichtyologues, mais ne semble pas, jusqu'ici, avoir soulevé beaucoup d'intérêt pour les invertébrés. HUGHES (1970) a cependant utilisé avec succès la méthode de FORD WALFORD qui dérive de celle de Von Bertalanffy, pour étudier la croissance de *Scrobicularia plana*.

Rappelons que l'équation de Von Bertalanffy s'exprime par la relation :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

où  $L_t$  = taille de l'animal au temps  $t$ .

$L_\infty$  = valeur de  $L_t$  quand le taux d'accroissement est nul.

$K$  = constante caractéristique de la croissance, elle indique la vitesse à laquelle la taille se rapproche de  $L_\infty$ .

$t$  = âge (exprimé en jours, mois, années, etc.).

$t_0$  = temps hypothétique auquel l'animal aurait eu la taille 0.

En dérivant les deux membres de l'équation de Von BERTALANFFY par rapport à  $t$ , on obtient

la relation  $\frac{dL}{dt} = K(L_\infty - L)$ . Donc il existe une relation linéaire entre le taux de croissance

$\frac{dL}{dt}$  et la taille  $L$ .

$L_\infty$  qui est déterminé par l'intersection de la droite d'ajustement avec l'axe des  $L$ , correspond à un taux d'accroissement nul. Cette valeur de  $L_\infty$  n'a aucune signification biologique. C'est une simple estimation de la taille théorique maximale moyenne à partir des données d'observation (KNIGHT, 1968).

Dans la pratique, et à partir des mensurations successives effectuées sur les lots de mollusques, une bonne estimation de  $\frac{dL}{dt}$  est donnée par  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$  où  $L_2$  et  $L_1$  représentent respectivement les tailles aux temps  $t_2$  et  $t_1$ . Ce taux de croissance est ensuite rapporté à la longueur moyenne  $\frac{L_1 + L_2}{2}$ .

Toutes les observations portant sur des lots d'individus dont on connaît la taille et non pas l'âge, on a donc affaire à des séries atéliques. Il en résulte que la détermination du  $t_0$  qui permet d'ajuster la courbe de BERTALANFFY aux données observées dans le cas de séries téliques, ne se justifie pas ici. On peut alors tracer la courbe théorique en fonction du temps  $T$  ( $= t - t_0$ ).

En toute rigueur, on peut dire que le temps  $T_n$  correspondant à la taille à la naissance (lorsqu'on la connaît) est en fait la date de naissance.

## 2. FACTEURS POUVANT INFLUER SUR LA CROISSANCE DES MOLLUSQUES

Un des facteurs les plus importants pouvant influencer sur la vitesse de croissance des organismes, est certainement la température. Dans le lac Tchad, cette dernière suit un cycle saisonnier (fig. 1) avec un minimum en janvier. On appellera « saison fraîche », la période correspondant grossièrement aux mois de décembre, janvier et février, et durant laquelle la température de l'eau descend en dessous de 20 °C. Le reste de l'année sera appelé globalement « saison chaude » pour simplifier l'exposé. Les vitesses de croissance observées de certaines espèces, présentant un ralentissement assez marqué en saison fraîche, il a donc été nécessaire de distinguer chez ces espèces, la croissance en saison fraîche de la croissance en saison chaude, tout au moins lorsque le nombre d'observations était suffisant pour permettre cette distinction.

On peut dès à présent et en anticipant sur les résultats ultérieurs, discuter de l'influence de la saison sur la croissance des espèces en rappelant que parmi ces dernières, certaines ont une

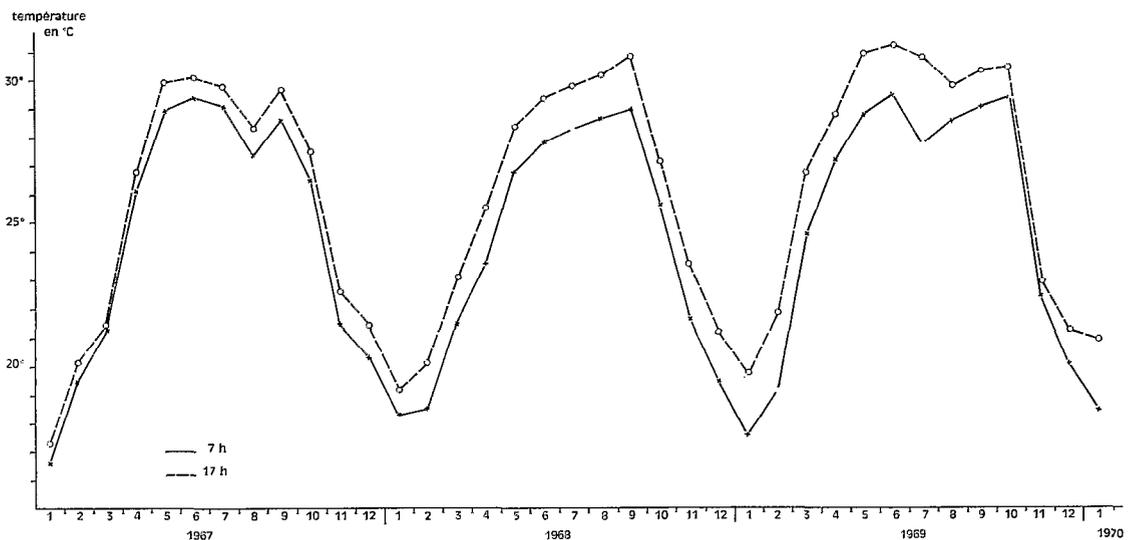


Fig. 1. — Variations de la température de surface à Bol, durant trois années consécutives. Données communiquées par la section d'Hydrologie de l'O.R.S.T.O.M. à Fort-Lamy.

reproduction continue, et d'autres une période de reproduction étalée sur plusieurs mois. Si l'on se fixe donc deux courbes théoriques de croissance correspondant respectivement aux saisons fraîche et chaude (fig. 2A) l'allure des courbes de croissance réelles, suivant l'époque de la naissance, correspondra schématiquement aux courbes de la fig. 2B.

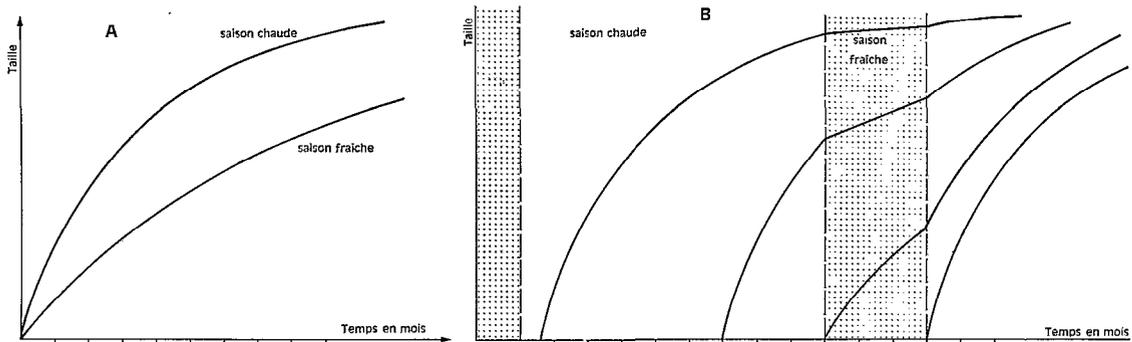


Fig. 2. — Influence de la saison sur la croissance.

A — Courbes théoriques de croissance d'une espèce selon la saison.

B — Croissance réelle d'une espèce au cours de l'année en fonction de la date de naissance par rapport à la saison fraîche.

En fait, si l'influence de la saison fraîche est réelle sur la croissance des mollusques, elle est cependant limitée par deux facteurs. Le premier est la durée relativement courte de la saison fraîche par rapport à la saison chaude. Le second est la diminution du taux de croissance avec l'augmentation de taille de l'animal. Très élevé pour les stades jeunes, le taux de croissance est au contraire assez faible pour les individus âgés et l'influence de la saison fraîche sera d'autant plus sensible que l'animal sera jeune. A la limite, cette influence n'est plus décelable, compte tenu de la précision des mesures, pour les stades âgés.

Il en résulte que la courbe théorique de croissance en saison fraîche s'éloigne assez fortement de la courbe de croissance réelle de l'espèce étudiée, et ne présente pas d'intérêt pratique. Inversement, la courbe de croissance en saison chaude pourra être considérée très souvent comme une bonne approximation de la croissance réelle.

L'influence du type de caisse utilisée pour les élevages, sur la croissance de certains Lamellibranches, a également été étudiée. En particulier, certaines espèces ont été élevées simultanément dans des caisses du type 2 et dans des caisses du type 3 afin de vérifier si les couvercles en grillage moustiquaire n'apportaient pas de perturbation notable dans la croissance.

### 3. ÉTUDE DE LA CROISSANCE

#### 3.1. Lamellibranches.

##### 3.1.1. *Corbicula africana*.

C'est la plus commune des espèces de Lamellibranches du lac Tchad et elle était assez bien représentée dans les stations étudiées. Sa croissance a été suivie dans trois localités :

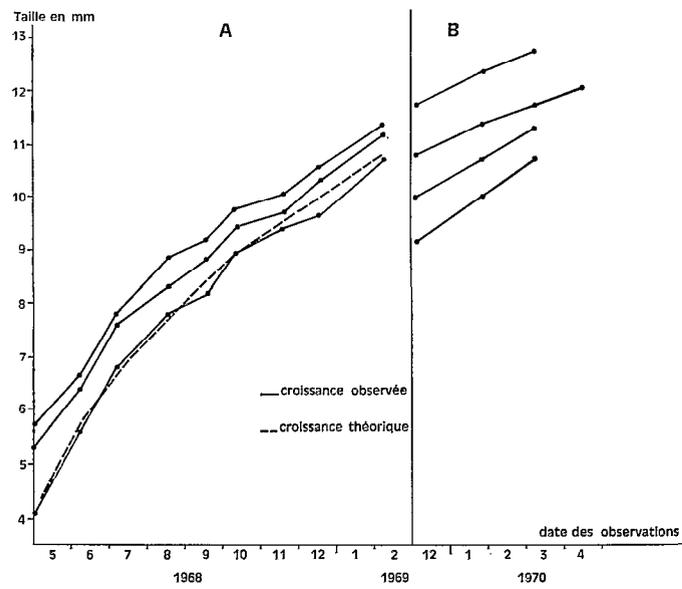


Fig. 3. — *Corbicula africana*: croissance observée et croissance théorique au delta du Chari.

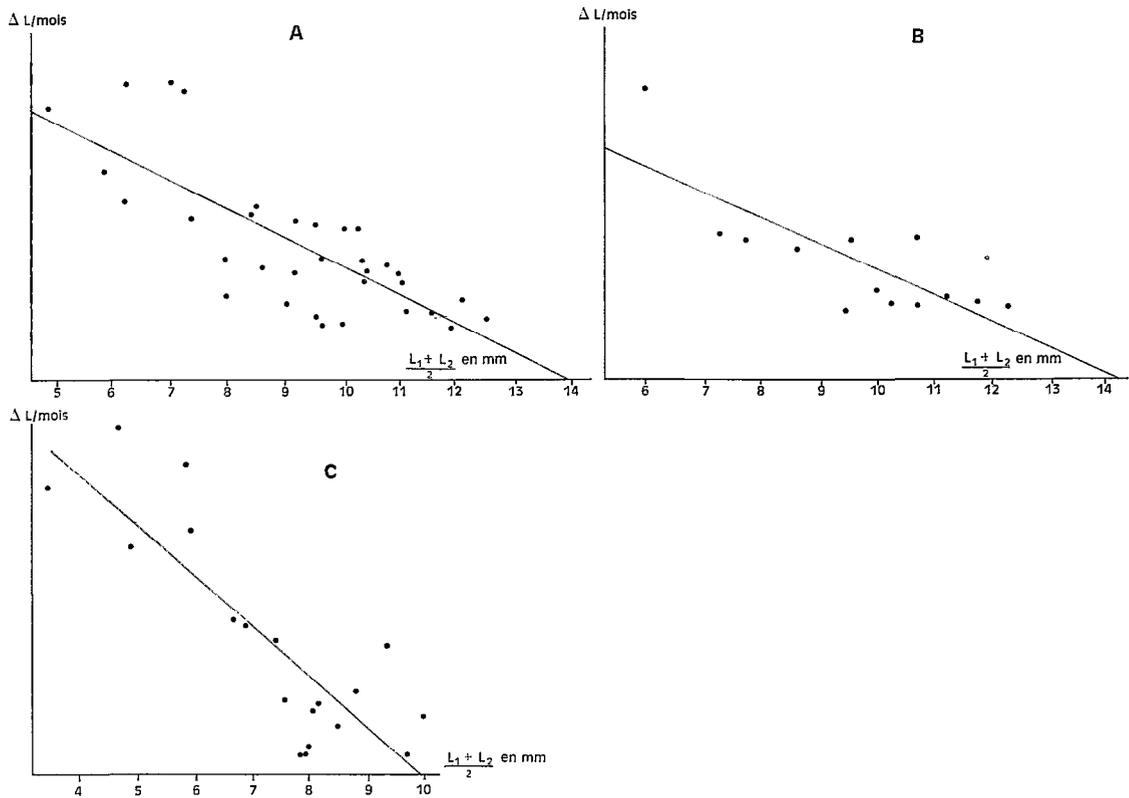


Fig. 4 — *Corbicula africana*: taux de croissance en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations, et droite d'ajustement.

A — delta du Chari, B — Baga Kawa, C — Bol.

## — DELTA DU CHARI.

Dans un premier temps, trois cohortes ont été mises en élevage dans des caisses du type 1 (fig. 3A). Ces élevages, interrompus au bout de neuf mois pour des raisons matérielles, ont été repris par la suite avec quatre lots d'individus de grande taille (fig. 3B).

L'ensemble de ces observations a permis de calculer les paramètres de l'équation de Von BERTALANFFY (fig. 4 et tabl. 1) et de construire la courbe théorique correspondante.

## — BAGA KAWA.

Les résultats d'élevage sont assez fragmentaires pour cette station mais couvrent un éventail de tailles suffisamment large pour calculer la courbe théorique (fig. 4 et tabl. 1).

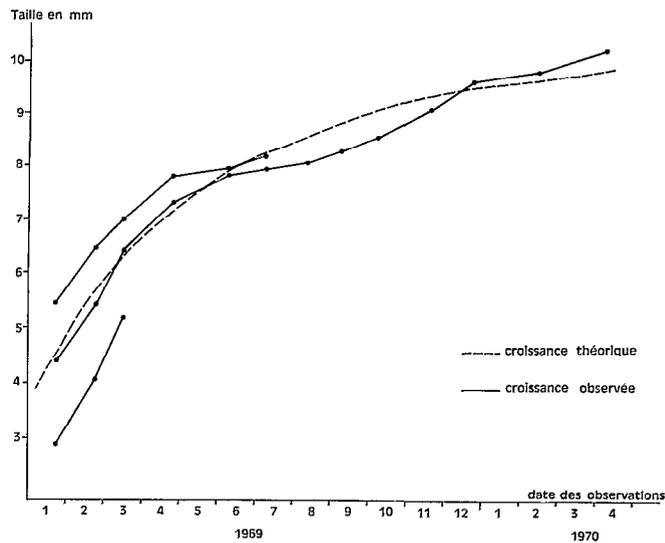


Fig. 5. — *Corbicula africana*: croissance observée et croissance théorique à Bol.

## — BOL.

Dans cette station, une cohorte a pu être suivie durant plus d'un an et l'on possède par ailleurs quelques autres résultats fragmentaires. On constate sur la courbe réelle (fig. 5) une diminution assez nette de la croissance vers le milieu de la saison chaude et une reprise peu avant la saison fraîche. Ce phénomène n'ayant pas été observé à Baga Kawa et au delta du Chari, on peut se demander s'il s'agit là d'un fait particulier à la station ou résultant des conditions d'élevage. En l'absence d'autres données de contrôle, il n'est pas possible de conclure. Il faut cependant souligner que la période de croissance ralentie correspond approximativement à la période de baisse du lac, période d'autre part assez calme en ce qui concerne le régime des vents (exception faite des tornades). La circulation et l'agitation des eaux, moins importantes à cette époque, pourraient être responsables du ralentissement de la croissance du fait du renouvellement moins rapide des masses d'eaux et des particules alimentaires au niveau du fond. Notons à cet effet, que le Chari coule toute l'année à la station du delta et qu'il existe également toute l'année un courant assez sensible au niveau de la station de Baga Kawa.

Il existe une grande analogie entre les valeurs de  $K$  et de  $L_{\infty}$  pour les stations du Delta et de Baga Kawa (tableau I). Le test  $t$  utilisé pour comparer les coefficients de régression ( $K$ )

dans les deux stations, donne une valeur non significative ( $t = 0,382$  pour 42 d.d.l.) (1). On peut donc en conclure que la croissance des *Corbicula africana* est la même à Baga Kawa qu'au delta du Chari.

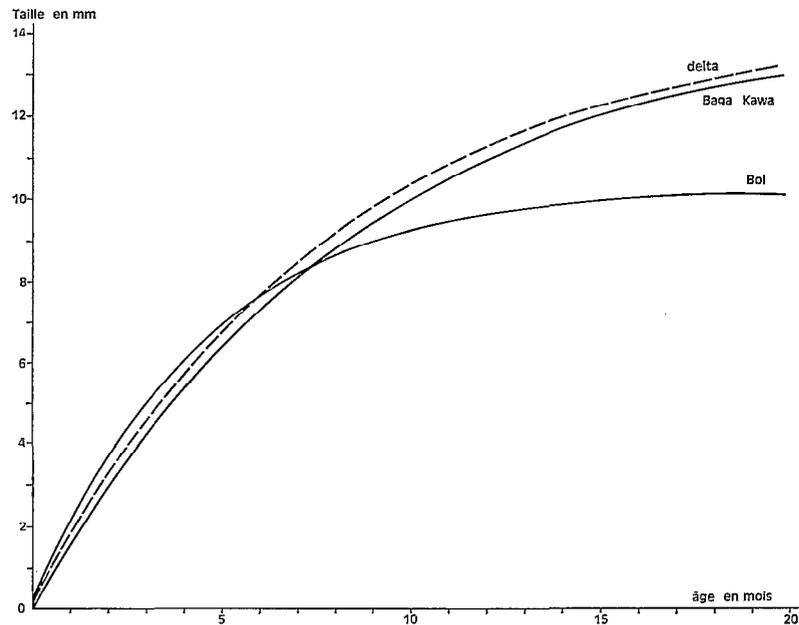


Fig. 6. — *Corbicula africana*: comparaison des courbes théoriques de croissance dans trois stations du lac Tchad.

A Bol par contre,  $K$  et  $L_{\infty}$  sont très différents des stations précédentes. Cependant, la croissance des stades jeunes est assez semblable pour les trois stations étudiées (fig. 6), la différence ne se faisant sentir à Bol, qu'aux environs de la taille 7 mm.

TABLEAU I

*Corbicula africana*: valeurs des paramètres  $K$  et  $L_{\infty}$  de l'équation de croissance de VON BERTALANFFY, en trois endroits du lac.  $r$  représente la valeur du coefficient associé à la droite de régression de l'accroissement instantané en fonction de la longueur

LIEU	$L_{\infty}$ en mm	$K$	$r$
Delta	13,9	0,127	0,770
Baga Kawa	14,2	0,115	0,787
Bol	10	0,221	0,836

### 3.1.2. *Caelatura aegyptiaca*.

— BOL.

On constate pour l'ensemble des lots mis en élevage à Bol dans des caisses du type 2, un ralentissement de la croissance durant la saison fraîche.  $K$  et  $L_{\infty}$  calculés à partir des résultats observés (fig. 7) sont respectivement :

(1) d.d.l. = degrés de liberté.

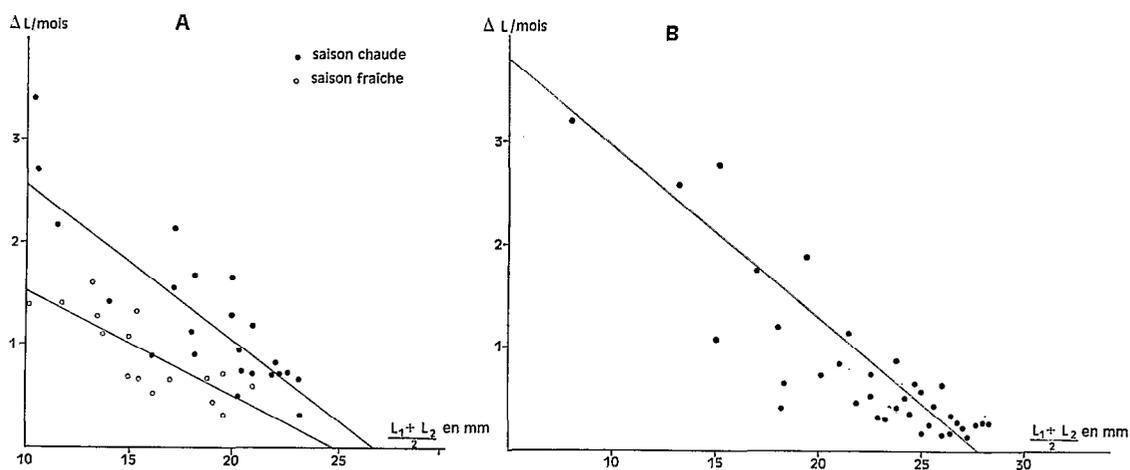


Fig. 7. — *Caelatura aegyptiaca* à Bol ; accroissement instantané en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations.

A — élevages du type 2, B — élevages du type 3.

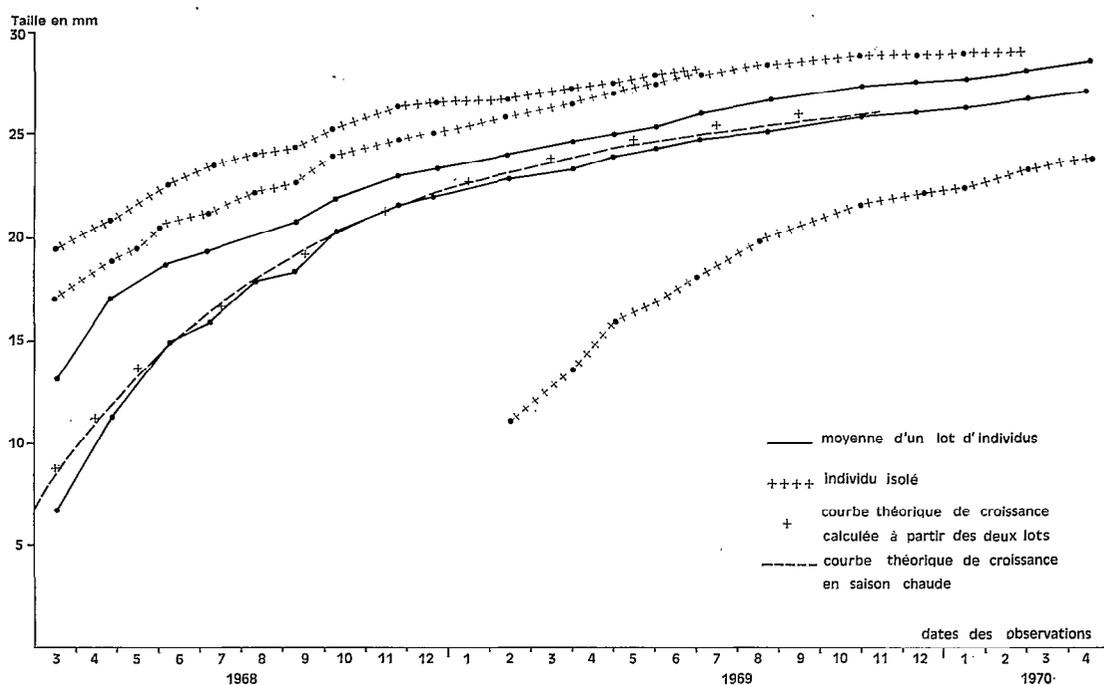


Fig. 8. — *Caelatura aegyptiaca* à Bol : croissance observée et croissance théorique calculée à partir des résultats obtenus dans des élevages du type 3. Comparaison avec la courbe théorique de croissance en saison chaude obtenue à partir des données de la fig. 7A.

$K = 0,100$  et  $L_{\infty} = 25$  mm ( $r = 0,814$ ) en saison fraîche.

$K = 0,152$  et  $L_{\infty} = 26,8$  mm ( $r = 0,795$ ) en saison chaude.

La comparaison des deux coefficients de régression, donne une valeur  $t = 1,714$  pour 39 d.d.l. Bien que non significative, cette valeur est cependant suffisamment élevée pour que l'on puisse considérer que la saison influe sur la vitesse de croissance de l'espèce étudiée.

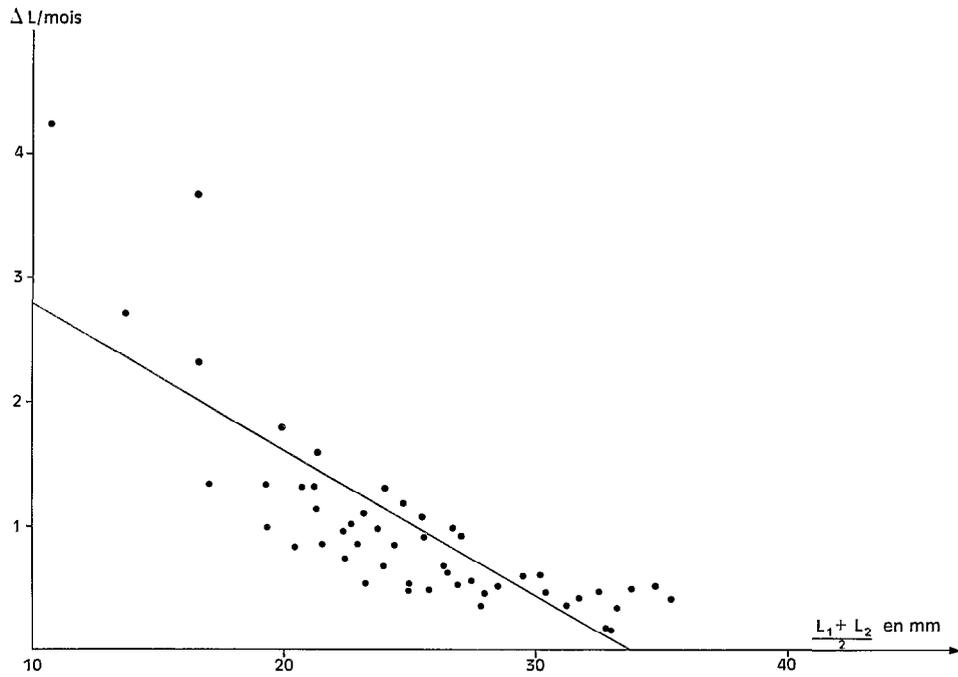


Fig. 9. — *Caelatura aegyptiaca* à Baga Kawa : taux de croissance en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations, et droite d'ajustement.

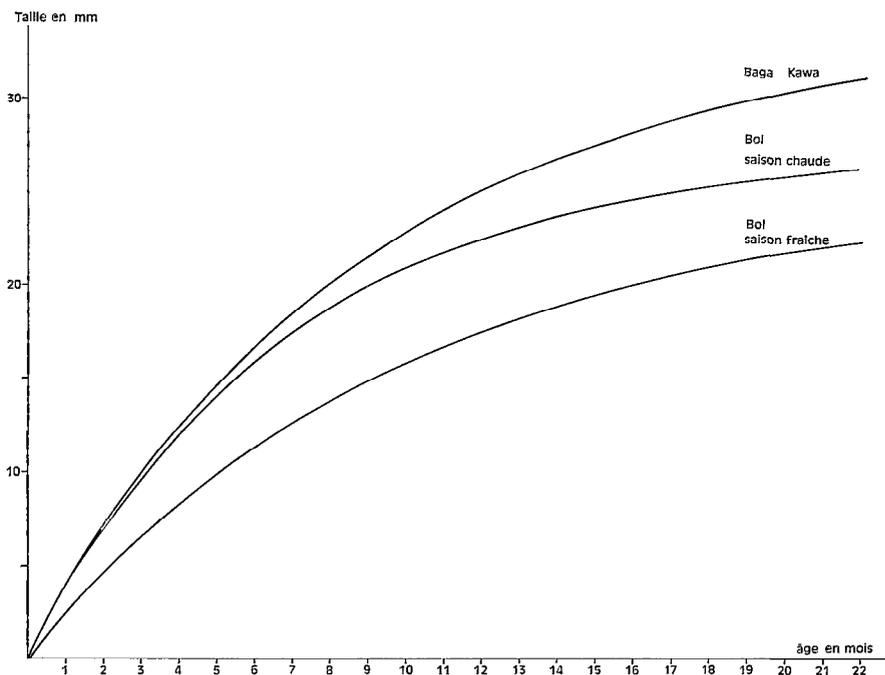


Fig. 10. — *Caelatura aegyptiaca*: comparaison entre les courbes théoriques de croissance à Boi et à Baga Kawa.

On possède également des résultats concernant deux lots d'individus élevés à Bol durant plus de deux ans dans des caisses du type 3 (fig. 8). Compte tenu du petit nombre de données en saison fraîche, il n'a pas été possible de distinguer les deux saisons et l'on a calculé  $K$  et  $L_{\infty}$  pour l'ensemble des observations :  $K = 0,141$  et  $L_{\infty} = 27,7$  mm ( $r = 0,861$ ).

La comparaison effectuée entre les coefficients de régression des résultats des élevages du type 3 et des résultats de saison chaude des élevages du type 2, donne une valeur  $t$  de 0,382 pour 58 d.d.l. qui n'est pas significative. On peut en tirer deux conclusions : d'une part le type d'élevage ne semble pas affecter la croissance de l'espèce ; d'autre part, la courbe de saison chaude correspond à une bonne approximation de la croissance réelle de l'espèce.

#### — BAGA KAWA.

La saison ne paraît pas influencer sur la croissance des *C. aegyptiaca* à Baga Kawa, à l'inverse de ce qui se passe à Bol. Si l'on calcule en effet les coefficients de régression de l'accroissement instantané en fonction de la taille (19 à 30 mm) et pour chacune des saisons, on obtient  $K = 0,078$  en saison fraîche et  $K = 0,090$  en saison chaude.

La comparaison des coefficients de régression par le test  $t$  donne une valeur de 0,402 pour 30 d.d.l., valeur qui n'est pas significative.

Pour l'ensemble des résultats (fig. 9), on a donc calculé :  $K = 0,114$  et  $L_{\infty} = 33,8$  mm ( $r = 0,794$ ).

#### COMPARAISON ENTRE LA CROISSANCE A BOL ET LA CROISSANCE A BAGA KAWA

Si l'on compare sur un même graphique (fig. 10) les courbes de croissances calculées pour *Caelatura aegyptiaca*, on constate que la croissance est plus rapide à Baga Kawa qu'à Bol.

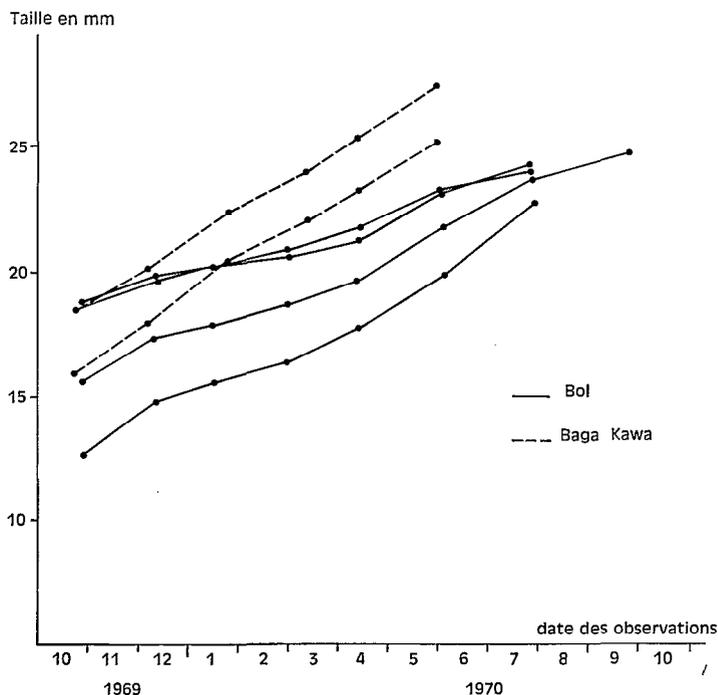


Fig. 11. — *Caelatura aegyptiaca* : comparaison entre la croissance observée de divers lots d'individus tous originaires de Baga Kawa, mais élevés soit à Baga Kawa, soit à Bol.

D'autre part, la taille maximale observée des *Caelatura aegyptiaca* de Baga Kawa est d'environ 40 mm. Or, cette taille maximale est beaucoup plus faible à Bol (32 mm environ).

Le problème qui se pose, est de savoir si cette différence dans la croissance est le fait de conditions écologiques différentes ou celui de populations génétiquement différentes.

Des *Caelatura aegyptiaca* prélevés à Baga Kawa ont donc été mis en élevage à Bol. La comparaison des courbes de croissance de ces mollusques transplantés avec celles de lots élevés dans leur milieu d'origine (fig. 11) montre que l'hypothèse d'une influence des conditions écologiques paraît la plus vraisemblable. Les mollusques originaires de Baga Kawa et élevés à Bol, ont en effet une croissance moins rapide que dans leur milieu d'origine.

La brièveté des périodes d'observation et le faible éventail de tailles utilisé ne permettant pas d'obtenir une bonne estimation de K par la méthode des accroissements instantanés, les segments de courbes de croissance ont été assimilés à des droites. Les pentes de ces droites correspondant à une même taille initiale ont ensuite été comparées deux à deux (tabl. II)..

TABLEAU II

*Caelatura aegyptiaca* : Pentés des droites de régression calculées à partir des résultats d'élevage (fig. 11) et coefficients de corrélation (r)

	Longueur initiale	Longueur finale	r	Pente
BOL Période du 28-10-69 au 30-7-70	(1) 15,6	23,7	0,989	0,831
	(2) 18,6	24,3	0,988	0,603
	(3) 18,7	23,3	0,989	0,587
		12,7	22,8	0,989
BAGA KAWA Période du 20-10-69 au 31-5-70	(4) 18,5	27,5	0,999	1,205
	(5) 15,9	25,2	0,999	1,233

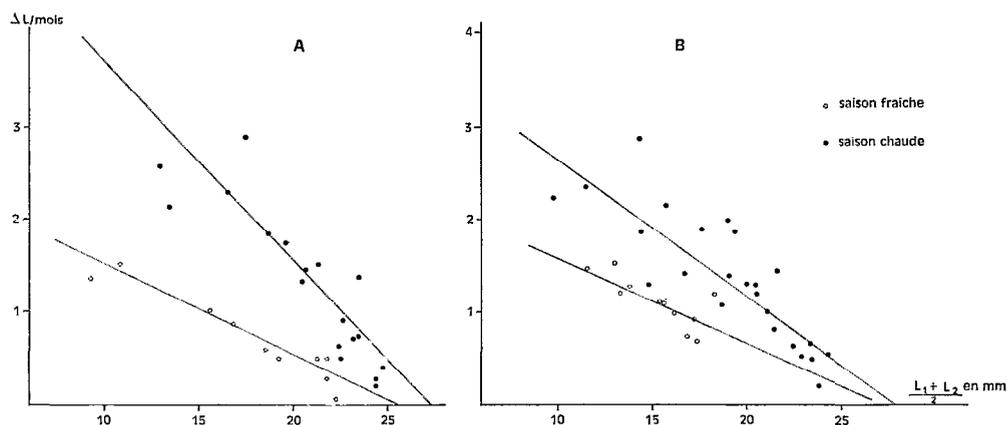


Fig. 12. — *Caelatura teretiusscula* à Bol : taux d'accroissement en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations. A — élevages du type 2, B — élevages du type 3.

Le test t appliqué aux coefficients de régression a donné les résultats suivants :

entre (2) et (3)  $t = 0,274$  pour 8 d.d.l.

(1) et (5)  $t = 6,57$  pour 9 d.d.l.

(2) et (4)  $t = 12,40$  pour 9 d.d.l.

(3) et (4)  $t = 12,26$  pour 9 d.d.l.

Si la différence n'est pas significative entre les lots (2) et (3), élevés au même endroit, elle est par contre hautement significative entre les lots élevés à Bol et ceux élevés à Baga Kawa.

Il apparaît nettement donc que les différences observées dans la croissance de *C. aegyptiaca* entre ces deux stations, résulte de conditions écologiques plus favorables à Baga Kawa qu'à Bol. Une des principales conséquences en est la différence entre les tailles maximales atteintes par cette espèce dans les deux stations.

### 3.1.3. *Caelatura teretiuscula*.

On ne dispose pour cette espèce, que de résultats d'élevages effectués, à Bol en 1969 et 1970. Les différents lots étudiés ont été séparés en deux groupes, selon que les mollusques avaient été élevés dans des caisses du type 2 ou dans des caisses du type 3. Sur les courbes de croissance observées, on constate chez cette espèce, comme chez les *Caelatura aegyptiaca* de Bol, un ralentissement assez net pour la période correspondant à la saison fraîche. Pour chacun des groupes K et  $L_{\infty}$  ont donc été calculés en fonction des saisons (tabl. III et fig. 12). Les résultats obtenus sont assez voisins pour les deux types de caisses et pour la même saison.

TABLEAU III

*Caelatura teretiuscula* à Bol. Valeurs de K et  $L_{\infty}$  en saison fraîche et en saison chaude pour deux types de caisse d'élevage ; r = coefficient de corrélation associé à la droite de régression de  $\Delta L$ /mois en fonction de la taille (fig. 12) ; n = nombre d'observations

	Caisse du type 2			Caisse du type 3		
		r	n		r	n
Saison Fraîche	K = 0,094 $L_{\infty} = 25,5$ mm	0,959	10	K = 0,096 $L_{\infty} = 27,1$ mm	0,752	11
Saison Chaude	K = 0,200 $L_{\infty} = 27,3$ mm	0,876	18	K = 0,157 $L_{\infty} = 27,9$ mm	0,863	23

La comparaison des coefficients de régression entre les deux types d'élevage et pour une même saison, donne respectivement des valeurs  $t = 0,052$  pour 17 d.d.l. en saison fraîche et  $t = 1,384$  pour 37 d.d.l. en saison chaude. Ces valeurs ne sont pas significatives et permettent de conclure que le type d'élevage utilisé influe peu sur la vitesse de croissance des *Caelatura teretiuscula*.

Les données concernant une même saison ont donc été regroupées et ont permis de calculer la courbe théorique (fig. 13) avec :

K = 0,103 et  $L_{\infty} = 25,6$  mm (r = 0,907) en saison fraîche

K = 0,159 et  $L_{\infty} = 28,1$  mm (r = 0,842) en saison chaude

La différence significative ( $t = 2,87$  pour 58 d.d.l.) entre ces deux derniers coefficients de régression, montre l'influence marquée de la saison sur la croissance de l'espèce.

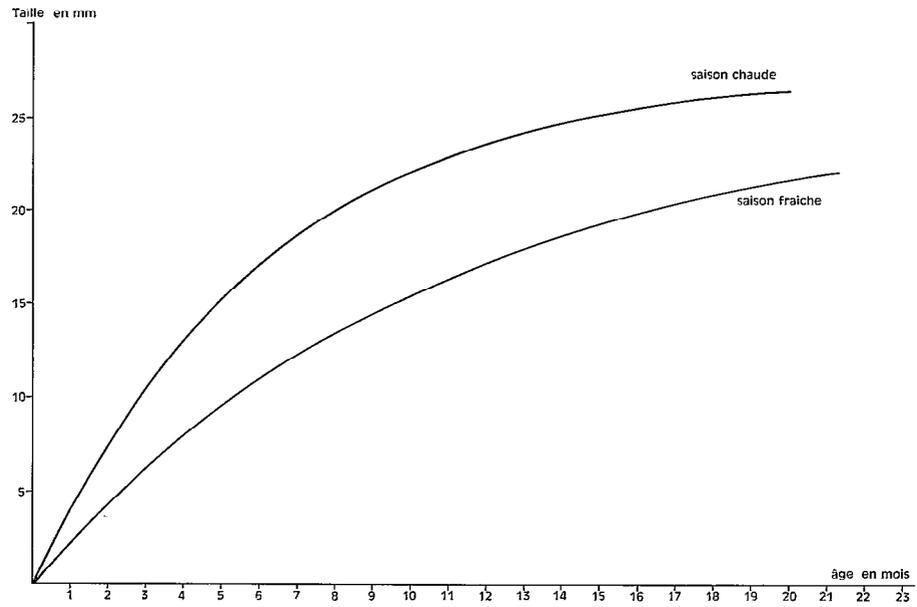


Fig. 13. — *Caelatura teretiusscula* à Bol : courbes théoriques de croissance selon la saison.

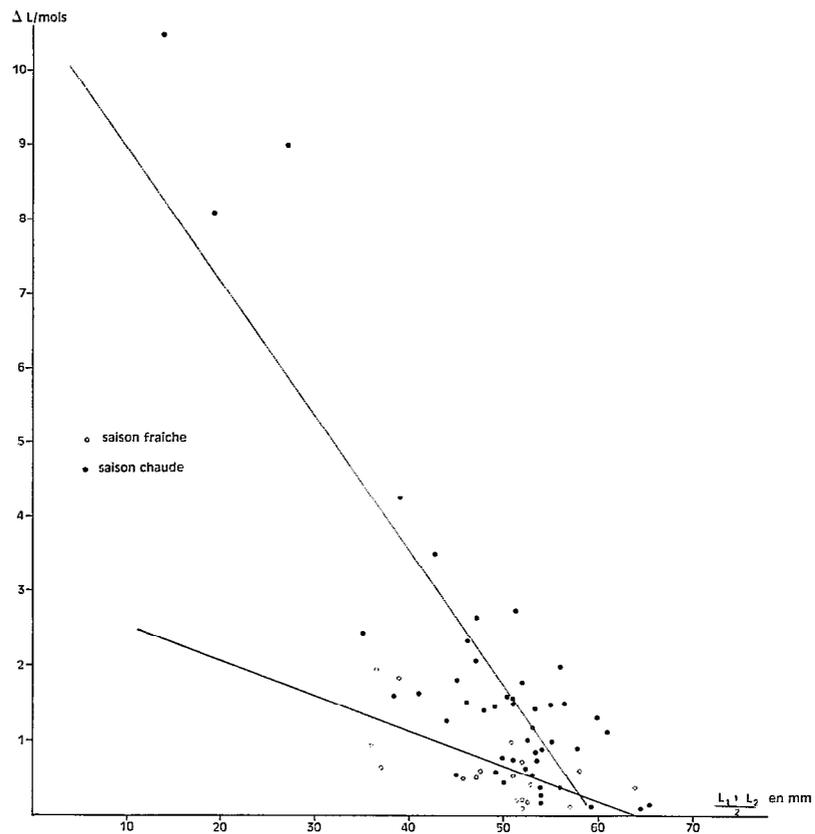


Fig. 14. — *Mulela rosirata* à Bol : taux de croissance en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations et de la saison.

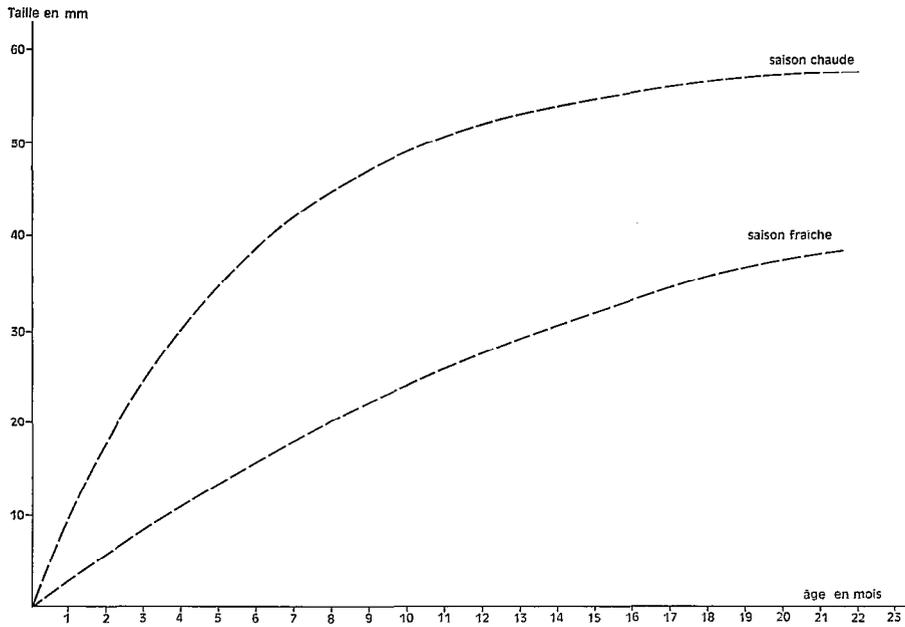


Fig. 15. — *Mutela rostrata* à Bol : courbes théoriques de croissance en fonction de la saison.

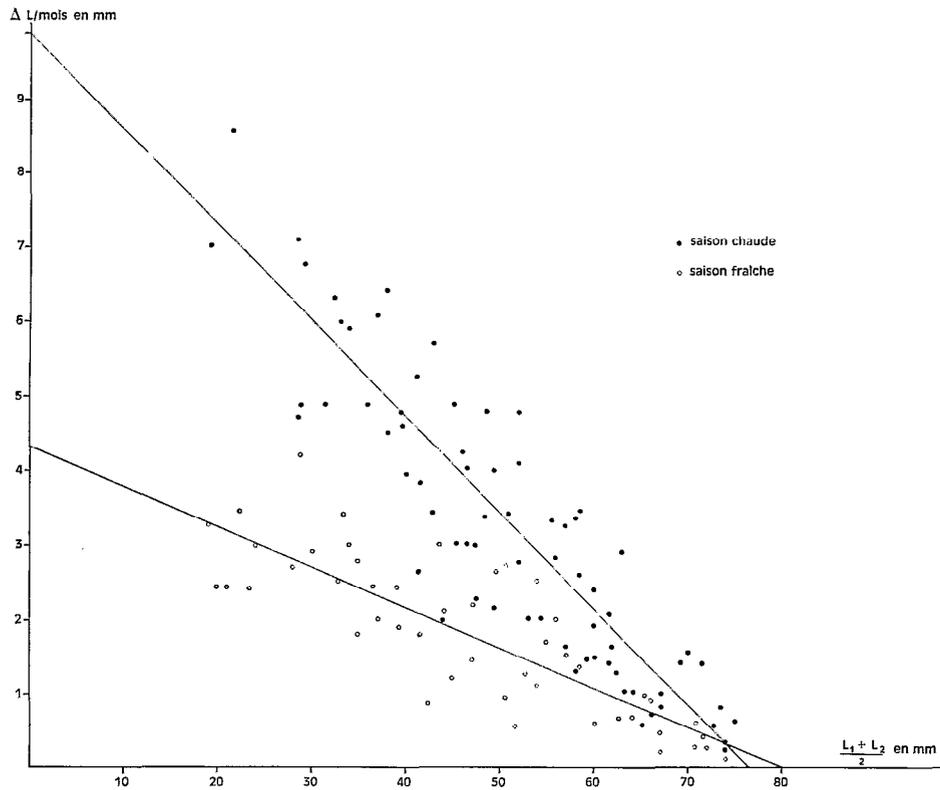


Fig. 16. — *Mutela dubia* à Bol : taux de croissance en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations et de la saison

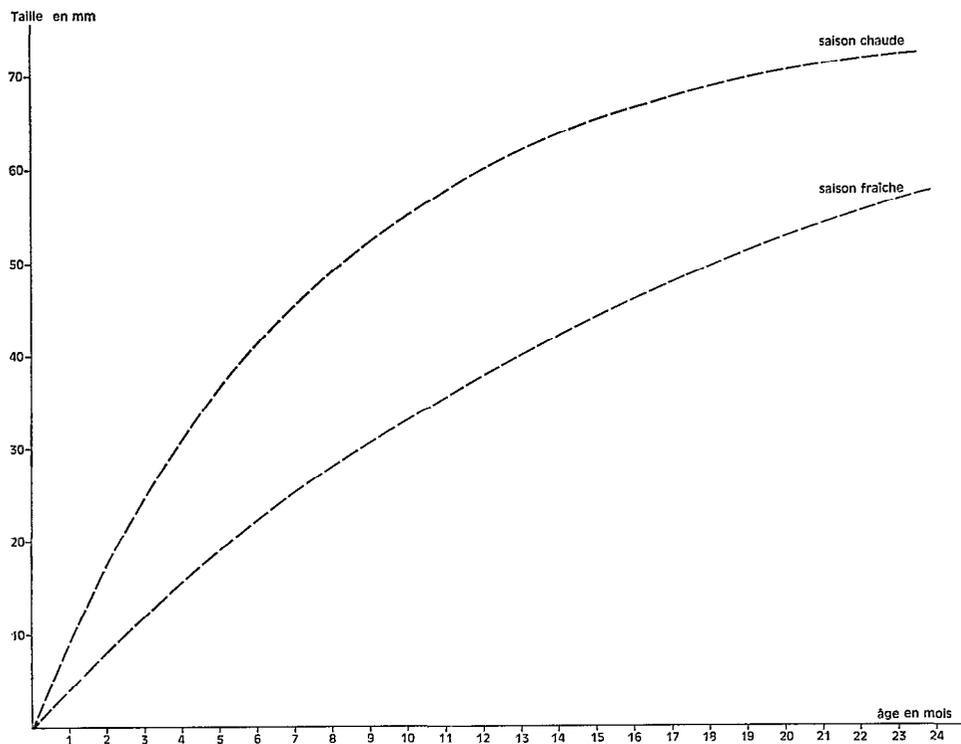


Fig. 17. — *Mutela dubia* à Bol : courbes théoriques de croissance en fonction de la saison.

#### 3.1.4. *Mutela rostrata*.

Il a été difficile de récolter beaucoup d'individus de cette espèce qui est peu abondante dans le lac. On possède cependant quelques résultats concernant une douzaine d'individus mis en élevage à Bol dans des caises du type 1 et 2.

K et  $L_{\infty}$ , ont été calculés comme précédemment en fonction des deux saisons (fig. 14) :

$K = 0,048$  et  $L_{\infty} = 63,2$  mm ( $r = 0,691$ ) en saison fraîche

$K = 0,179$  et  $L_{\infty} = 59,3$  mm ( $r = 0,843$ ) en saison chaude

La comparaison des deux coefficients de régression par le test t (6,336, ici pour 62 d.d.l.) montre que leur différence est hautement significative et que la saison joue un rôle très important sur la vitesse de croissance de cette espèce.

Compte tenu du peu de données, on peut considérer en première approximation, que la courbe calculée en saison chaude représente une bonne estimation de la croissance de *Mutela rostrata*.

#### 3.1.5. *Mutela dubia*.

La croissance de cette espèce a également été étudiée à Bol où suffisamment d'individus ont pu être récoltés pour effectuer des élevages. Les courbes de croissance mettent en évidence un très net ralentissement en saison fraîche, particulièrement pour les stades jeunes. K et  $L_{\infty}$  calculés pour chacune des saisons (fig. 16) sont respectivement :

$K = 0,053$  et  $L_{\infty} = 80,9$  mm ( $r = 0,847$ ) en saison fraîche

$K = 0,129$  et  $L_{\infty} = 76,4$  mm [ $r = 0,882$ ] en saison chaude.

Les deux coefficients de régression sont également significativement différents pour cette espèce ( $t = 2,64$  pour 120 d.d.l.).

### 3.2. Prosobranches.

#### 3.2.1. *Cleopatra bulimoides*

##### — SAMIA.

Deux cohortes de jeunes individus ont été mises en élevage en saison chaude (fig. 18A). Il existe une très forte similitude dans l'allure de la courbe de croissance moyenne de ces deux cohortes. Le calcul des paramètres de l'équation de von Bertalanffy (tabl. IV) a permis de construire la courbe théorique (fig. 18A) qui s'ajuste bien aux données recueillies.

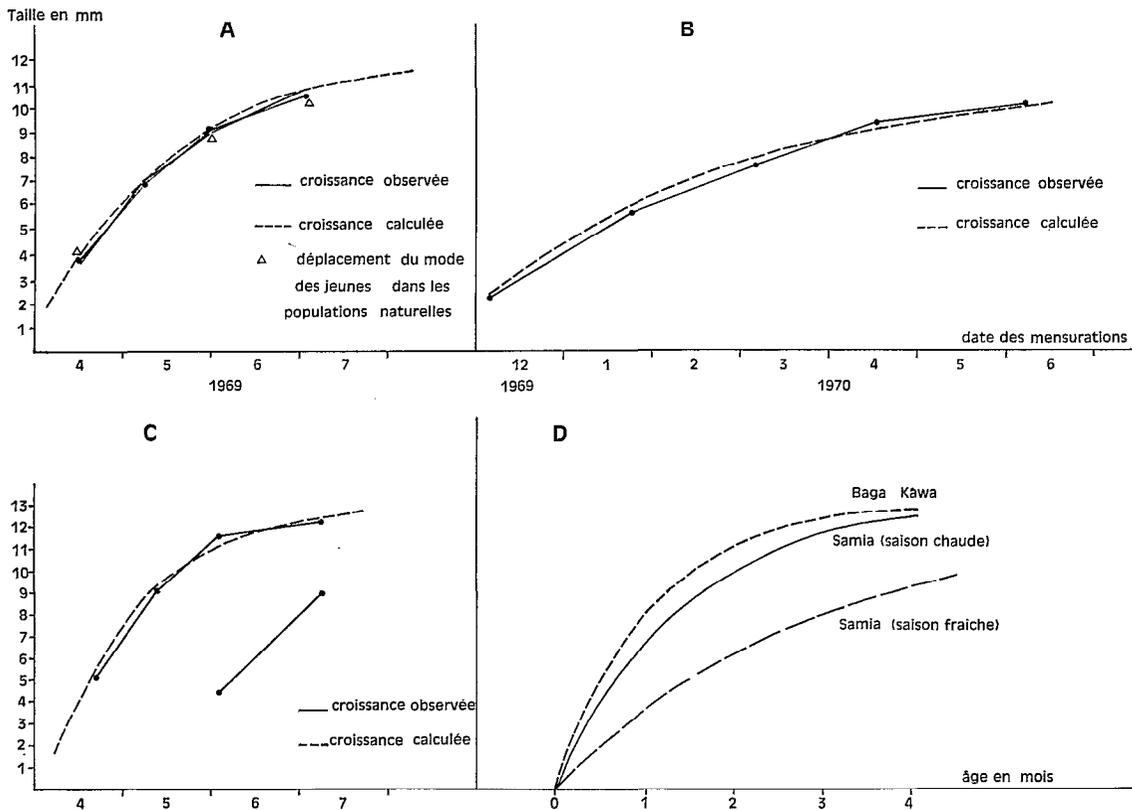


Fig. 18. — *Cleopatra bulimoides*: croissance observée et croissance théorique  
 A — Samia en saison chaude, B — Samia en saison fraîche, C — Baga Kawa en saison chaude, D — comparaison des courbes théoriques de croissance à Samia et à Baga Kawa.

Dans le cas présent, la comparaison avec la croissance dans le milieu naturel, a pu exceptionnellement être faite. Les mensurations des individus récoltés à proximité des élevages (fig. 19) mettent en effet en évidence pour la population naturelle deux modes en avril 1969 : un mode pour les adultes et un mode pour les jeunes, ce dernier correspondant approximativement à la

taille moyenne des individus mis en élevage. Les déplacements du mode des jeunes, en juin et juillet, sont aux erreurs d'estimation près, très proches des résultats obtenus en élevage (fig. 18 A).

Le type d'élevage *in situ*, utilisé dans cette étude, donne donc des résultats comparables aux observations faites dans la nature pour les *Cleopatra* et les courbes de croissance obtenues

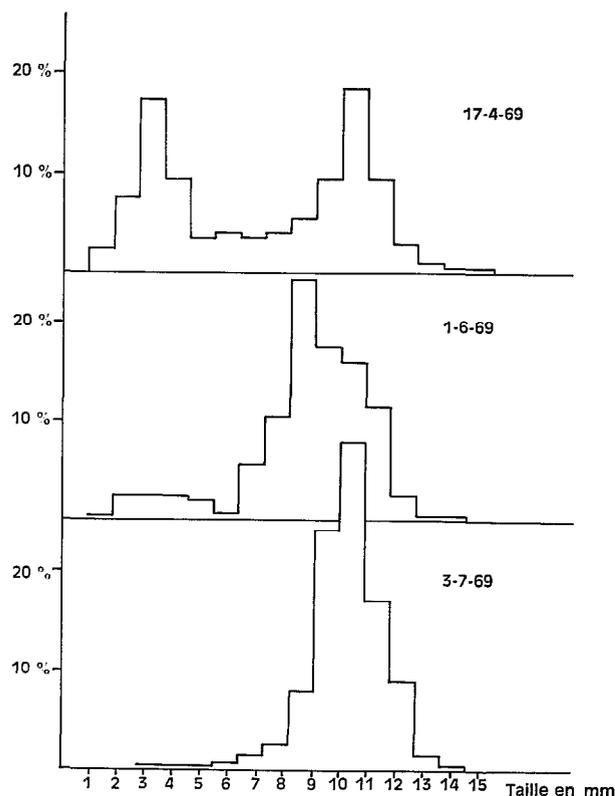


Fig. 19. — *Cleopatra bulimoides* à Samia : pourcentage des effectifs par classe de taille dans les populations naturelles lors de trois prélèvements successifs.

par cette méthode, sont extrapolables aux conditions naturelles. La croissance en saison fraîche a pu également être obtenue à Samia (fig. 18B). Ici encore, la courbe de von Bertalanffy (tabl. IV) s'ajuste bien aux données d'observation.

#### — BAGA KAWA.

Une seule cohorte a pu être suivie suffisamment longtemps en saison chaude (fig. 18C) pour qu'on puisse calculer la courbe théorique (tabl. IV).

La comparaison des courbes théoriques de saison chaude à Samia et à Baga Kawa (fig. 18D), montre que leur allure est assez voisine. La croissance semble cependant un peu plus rapide à Baga Kawa qu'à Samia, ce qui semble confirmer les observations faites précédemment et selon lesquelles les conditions écologiques seraient plus favorables à Baga Kawa.

TABLEAU IV

*Cleopatra bulimoides* : valeurs des paramètres K et  $L_{\infty}$  des courbes théoriques de croissance à Samia et à Baga Kawa

LIEU	K	$L_{\infty}$ en mm	r
SAMIA Saison chaude.....	0,624	12,1	0,953
SAMIA Saison fraîche.....	0,325	11	0,942
BAGA KAWA Saison chaude.....	0,920	11,6	0,973

### 3.2.2. *Melania tuberculata*.

Bien que cette espèce soit la plus abondante sur le lac Tchad, les données concernant sa croissance sont très peu nombreuses. L'une des raisons de cette lacune est l'érosion rapide des apex qui rend difficile les mensurations. Cette érosion semble par ailleurs plus rapide en élevages que dans la nature. Une autre raison est le peu de succès de la plupart des élevages tentés sur

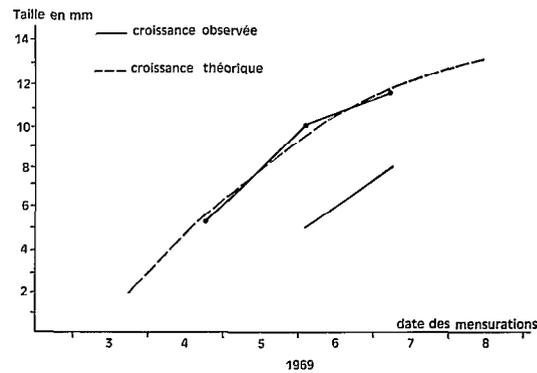


Fig. 20. — *Melania tuberculata* à Baga Kawa : croissance observée et croissance théorique.

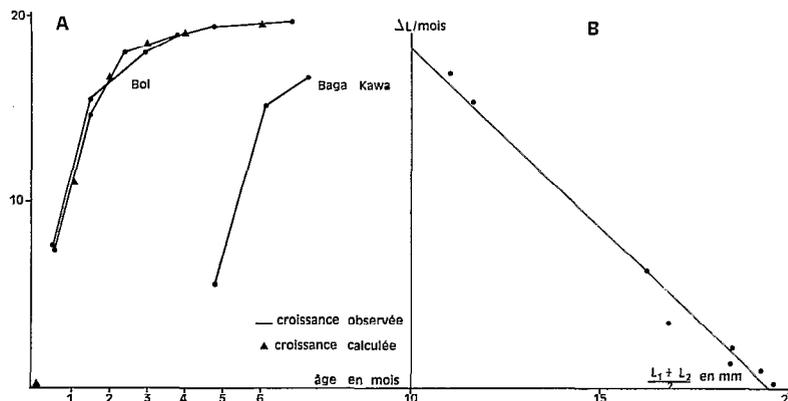


Fig. 21. — *Bellamya unicolor* : A — croissance observée et croissance théorique à Bol et comparaison avec Baga Kawa. B — taux d'accroissement en fonction de la taille moyenne entre deux mensurations.

cette espèce, soit du fait d'une forte mortalité, soit du fait de l'endommagement des caisses d'élevage. Néanmoins, quelques résultats ont pu être obtenus à Baga Kawa (fig. 20), durant la saison chaude, à partir desquels les paramètres de la courbe théorique ont été calculés :  $K = 0,307$ ;  $L_{\infty} = 15,9$  mm ( $r = 0,922$ ). L'ajustement des résultats observés à la courbe théorique est assez bon, dans la limite des tailles étudiées. Bien que des tailles assez importantes (3 à 4 cm) aient pu être observées chez cette espèce, les populations naturelles sont généralement composées d'individus de taille inférieure à 2 cm. On peut donc, en l'absence d'autres données, estimer que la courbe de croissance théorique calculée ici, constitue une approximation de la croissance de cette espèce pour la majorité des tailles rencontrées dans la nature.

### 3.2.3. *Bellamyia unicolor*.

La croissance de deux cohortes a été suivie durant plusieurs mois à Bol (fig. 21A). A partir de ces résultats (fig. 21B), on a pu calculer  $K = 0,969$  et  $L_{\infty} = 19,5$  mm ( $r = 0,992$ ).

Des résultats fragmentaires obtenus à Baga Kawa présentent une grande analogie avec ceux de Bol.

## 4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les observations concernant la croissance des mollusques africains d'eau douce sont encore extrêmement rares, exception faite des Pulmonés vecteurs de bilharziose dont on ne s'est pas préoccupé ici. Il n'est donc pas possible de comparer la croissance des mollusques étudiés avec d'autres régions que le lac Tchad. On peut cependant souligner les principaux résultats acquis :

— Influence des conditions ambiantes sur la croissance, qui se manifeste pour beaucoup d'espèces (*Caelatura aegyptiaca* par ex.) par une croissance plus rapide à Baga Kawa que dans les autres stations étudiées.

— Influence de la saison qui a pu être mise en évidence chez les Lamellibranches et les Prosobranches. Il paraît logique d'attribuer à la baisse de température assez prononcée en saison fraîche, la diminution du taux de croissance. Cependant il semble que certaines espèces (*Corbicula* en particulier) soient peu sensibles à ce phénomène. D'autre part, pour les *Caelatura aegyptiaca*, on a pu constater que si la saison exerçait une influence marquée sur la croissance à Bol, il n'en était pas de même à Baga Kawa où l'on n'a pu mettre en évidence de différence significative du taux de croissance entre les deux saisons.

— Le type d'élevage utilisé n'influe pas (ou très peu) sur la croissance des mollusques. La comparaison entre la croissance en élevage et dans le milieu naturel a d'autre part démontré que les résultats sont identiques pour les *Cleopatra*. On peut donc admettre que la croissance expérimentale calculée est assimilable à la croissance dans le milieu naturel.

L'utilisation d'un modèle mathématique comme l'équation de Von Bertalanffy présente de nombreux avantages :

— à partir de la croissance de lots d'individus de taille différente durant un temps assez court, elle permet de calculer une courbe théorique de croissance pour toutes les tailles. Cette courbe est plus précise et plus satisfaisante que la mise à bout des divers fragments de courbes obtenus pour chacun des lots. C'est donc un avantage certain dans les études assez brèves sur des animaux à durée de vie de plusieurs années, comme c'est le cas de certains mollusques.

— On sait qu'il existe une certaine variabilité individuelle dans la croissance. De même, il peut exister une différence entre les lots, surtout lorsqu'ils ne renferment que peu d'individus. La courbe théorique représentera la moyenne de toutes ces informations. Par la même occasion, les petites irrégularités dues à l'imprécision des mesures, disparaissent sur cette courbe théorique.

TABLEAU V

Récapitulation des valeurs de K et L $\infty$  calculées pour les différentes espèces étudiées et selon les stations. N'ont été retenues ici que les valeurs considérées comme représentatives de la croissance réelle

	K	L $\infty$ (mm)
<i>Corbicula africana</i>		
— Bol.....	0,221	10
— Baga Kawa.....	0,115	14,2
— delta du Chari.....	0,127	13,9
<i>Caelatura aegyptiaca</i>		
— Bol.....	0,152	26,8
— Baga Kawa.....	0,114	33,8
<i>Caelatura teretiuscula</i>		
— Bol.....	0,159	28,1
<i>Mutela rostrata</i>		
— Bol.....	0,179	59,3
<i>Mutela dubia</i> .....	0,129	76,4
<i>Cleopatra bulimoides</i>		
— Baga Kawa.....	0,920	11,6
— Samia.....	0,624	12,1
<i>Melania tuberculata</i>		
— Baga Kawa.....	0,307	15,9
<i>Bellamyia unicolor</i>		
— Bol.....	0,969	19,5

— Le modèle utilisé fait intervenir deux paramètres simples (K et L $\infty$ ) qui permettent éventuellement de comparer facilement les courbes de croissance (tabl. V).

— L'équation de Von Bertalanffy peut s'intégrer ultérieurement dans les équations de production.

### BIBLIOGRAPHIE

- ABELOOS (M.), 1944. — Recherches expérimentales sur la croissance. La croissance des mollusques arionides. *Bull. Biol. France et Belgique*, 78, pp. 215-256.
- DEJOUX (C.), LAUZANNE (L.), LÉVÊQUE (Ch.), 1969. — Évolution qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 1, pp. 3-58.
- GAILLARD (J. M.), 1965. — Aspects qualitatifs et quantitatifs de la croissance de la coquille de quelques espèces de mollusques Prosobranches en fonction de la latitude et des conditions écologiques. *Mém. Mus. Nat. Hist. nat., Paris*, sér. A, t. XXXVIII, 155 p., 7 pl.
- GULLAND (J. A.), 1969. — Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : Analyse des populations. Manuel F. A. O. de Science Halieutique FRS/M4, 160 p.
- HUGHES (R. N.), 1970. — Population dynamics of the bivalve *Scrobicularia plana* (Da Costa) on an intertidal mud-flat in North Wales. *J. Anim. Ecol.* 39, pp. 333-356.
- KNIGHT (W.), 1968. — Asymptotic growth: an example of nonsense disguised as mathematics. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 25, pp. 1303-1307.
- LÉVÊQUE (Ch.), 1968. — Biologie de *Bulinus forskali* (Mollusque, gastéropode) de la région de Fort-Lamy (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 2, pp. 79-90.
- NOMURA, 1927. — An application of  $a = k b^k$  in expressing the growth relation in the freshwater bivalve, *Sphaerium heterodon* Pils. *Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2, pp. 57-62.
- VON BERTALANFFY (L.), 1938. — A Quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10, 2, pp. 181-213.
- WILBUR (K. M.), OWEN (G.), 1964. — Growth : in Physiology of mollusca (Wilbur et Younge ed.). Vol. 1, pp. 211-242.