

Croissance pondérale absolue

La combinaison de l'équation de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938) avec la relation d'allométrie de type: $P_{\infty} = a L^b$, nous a permis de calculer les valeurs du poids asymptotique (P_{∞}) et d'établir les équations de croissance pondérale.

Chez *E. encrasicolus*, le P_{∞} est de 35.09 g, il est supérieur au poids maximum échantillonné (P_t max) qui est de 32.9 g.

Les différents paramètres du modèle de Von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0), le coefficient d'allométrie de la relation taille - poids (b) et le poids asymptotique (P_{∞}), estimés chez la population d'*E. encrasicolus*, nous ont permis d'établir l'équation de croissance pondérale (Tab. 25).

Tableau 25: Représentation des paramètres de l'équation de croissance pondérale établis chez la population d'*E. encrasicolus* du LEA. P_{∞} , Poids asymptotique; K , t_0 , paramètres de l'équation de Von Bertalanffy; b , coefficient d'allométrie.

Espèce	P_{∞} (g)	K (an ⁻¹)	t_0 (an)	b
<i>E. encrasicolus</i>	35.09	0.74	- 0.148	3.21
	$P_t = P_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$			
	$P_t = 35.09 [1 - e^{-0.74(t-(-0.148))}]^{3.21}$			

Chez *S. pilchardus*, le P_{∞} est de 57.31 g, il est supérieur au poids maximum échantillonné qui est de 45,21 g. Les paramètres du modèle de Von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0), le coefficient d'allométrie de la relation taille-poids (b) et le poids asymptotique (P_{∞}), estimés chez la population de *S. pilchardus*, nous ont permis d'établir l'équation de croissance pondérale (Tab. 26).

Tableau 26: Représentation des paramètres de l'équation de croissance pondérale établis chez la population de *S. pilchardus* du LEA. P_{∞} , Poids asymptotique; K , t_0 , paramètres de l'équation de Von Bertalanffy; b , coefficient d'allométrie.

Espèce	P_{∞} (g)	K (an ⁻¹)	t_0 (an)	b
<i>S. pilchardus</i>	57.31	0.34	-1.686	3.10
	$P_t = P_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$			
	$P_t = 57.31 [1 - e^{-0.34(t-(-1.686))}]^{3.10}$			

3.2.2.3.1. Courbes de croissance pondérale

Chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus*, l'application de l'équation de croissance pondérale nous a permis de calculer les poids théoriques moyens aux différents âges et de tracer les courbes de croissance pondérale théorique.

Chez *E. encrasicolus*, les Pt théoriques moyens varient entre 5.72 (âge 1) et 30.06 g (âge 4) (Tab. 27, Fig. 37).

Tableau 27: Représentation des poids moyens théoriques aux différents âges et équations de croissance pondérale chez *E. encrasicolus* du LEA.

Espèce	Age (ans)	Equation de croissance pondérale	Pt théorique (g)
<i>E. encrasicolus</i>	1	$P_{t1} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t1 - t0)}]^b$ $P_1 = 35.09 [1 - e^{-0.74(1 - (-0.148))}]^{3.21}$	5.72
	2	$P_{t2} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t2 - t0)}]^b$ $P_2 = 35.09 [1 - e^{-0.74(2 - (-0.148))}]^{3.21}$	16.72
	3	$P_{t3} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t3 - t0)}]^b$ $P_3 = 35.09 [1 - e^{-0.74(3 - (-0.148))}]^{3.21}$	25.16
	4	$P_{t4} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t4 - t0)}]^b$ $P_4 = 35.09 [1 - e^{-0.74(4 - (-0.148))}]^{3.21}$	30.06

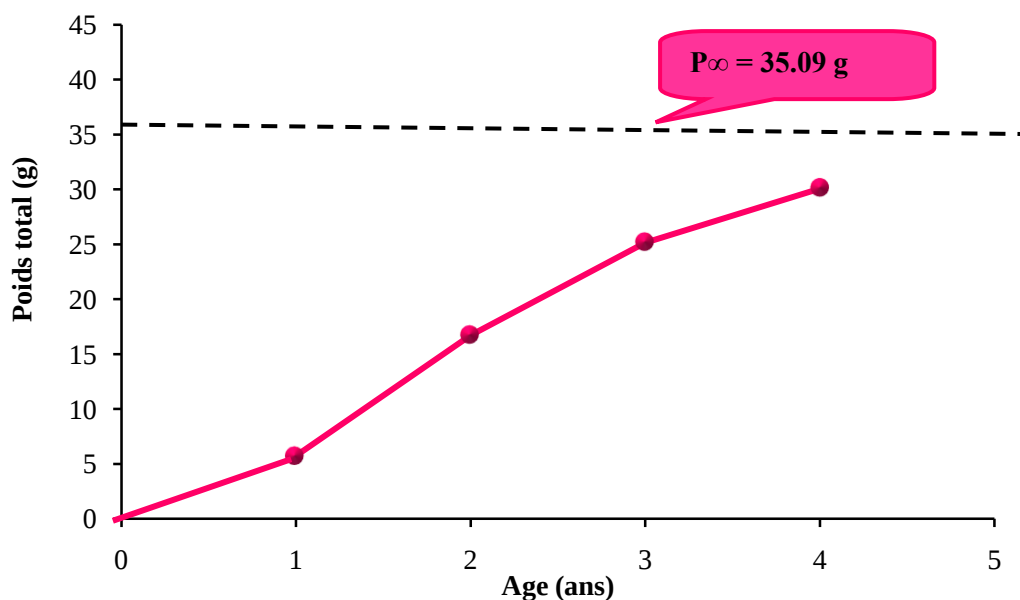


Figure 37: Courbe de croissance pondérale théorique chez *E. encrasicolus* du LEA, montrant la croissance pondérale d'*E. encrasicolus* (Pt, g) vers son poids asymptotique (P_{∞} , g) en fonction du temps (âge, an).

Chez *S. pilchardus*, les Pt théoriques moyens varient entre 11.74 (âge 1) et 35.35 g (âge 4) (Tab. 28, Fig. 38).

Tableau 28: Représentation des poids moyens théoriques aux différents âges et équations de croissance pondérale chez *S. pilchardus* du LEA.

Espèce	Age (ans)	Equation de croissance pondérale	Pt théorique (g)
<i>S. pilchardus</i>	1	$P_{t1} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t1 - t_0)}]^b$ $P_1 = 57.31 [1 - e^{-0.34(1 - (-1.686))}]^{3.10}$	11.74
	2	$P_{t2} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t2 - t_0)}]^b$ $P_2 = 57.31 [1 - e^{-0.34(2 - (-1.686))}]^{3.10}$	20.27
	3	$P_{t3} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t3 - t_0)}]^b$ $P_3 = 57.31 [1 - e^{-0.34(3 - (-1.686))}]^{3.10}$	28.39
	4	$P_{t4} = P_{\infty} [1 - e^{-K(t4 - t_0)}]^b$ $P_4 = 57.31 [1 - e^{-0.34(4 - (-1.686))}]^{3.10}$	35.35

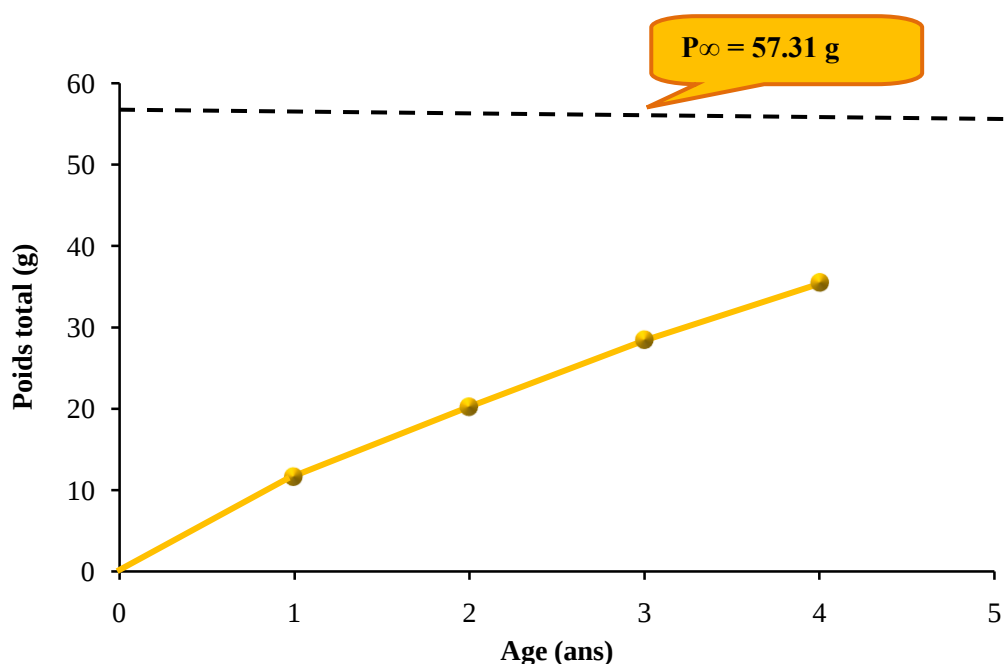


Figure 38: Courbe de croissance pondérale théorique chez *S. pilchardus* du LEA, montrant la croissance pondérale de *S. pilchardus* (Pt, g) vers son poids asymptotique (P_{∞} , g) en fonction du temps (âge, an).

3.2.2.3.2. Accroissement pondéral théorique

Les valeurs du Pt théorique et de l'accroissement pondéral théorique correspondant à chaque âge chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* ont été calculées.

Chez *E. encrasicolus*, l'accroissement pondéral est de 5.72 g durant la 1^{ère} année de vie. La croissance en poids est accélérée au cours de la 2^{ème} et la 3^{ème} année avec des gains respectifs de 11 g an⁻¹ et de 8.44 g an⁻¹. A partir de la 4^{ème} année, l'accroissement pondéral des anchois diminue pour atteindre 4.90 g an⁻¹ (Tab. 29, Fig. 39).

Les résultats de l'accroissement pondéral montrent que chez l'anchois, la croissance en poids est importante durant sa 2^{ème} et sa 3^{ème} année de vie puis il diminue progressivement.

Tableau 29: Représentation des valeurs du poids théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez *E. encrasicolus* du LEA.

Espèce	Age (ans)	Pt théoriques (g)	Accroissement pondéral (g an ⁻¹)
<i>E. encrasicolus</i>	1	5.72	5.72
	2	16.72	11
	3	25.16	8.44
	4	30.06	4.90

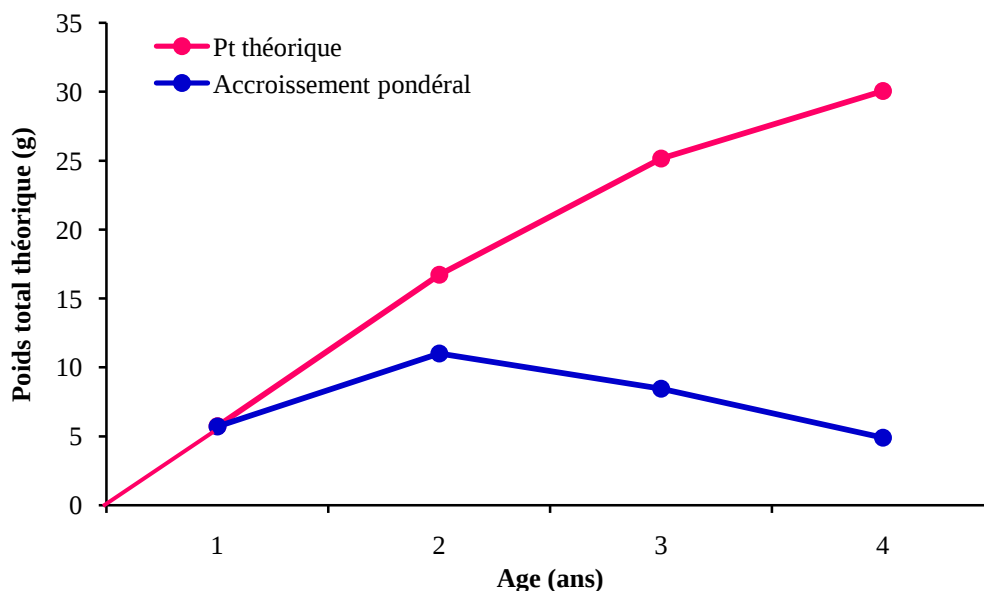


Figure 39: Courbes de croissance pondérale théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez *E. encrasicolus* du LEA.

Chez *S. pilchardus*, l'accroissement pondéral est important durant sa 1^{ère} année. Elle peut atteindre en moyenne 11,74 g. Dès la 2^{ème} année, la croissance en poids diminue avec un gain pondéral de 8.53 g an⁻¹. Ce taux reste stable au cours de la 3^{ème} année avec 8.12 g an⁻¹, puis il va diminuer pour atteindre une valeur plus faible de 6.96 g an⁻¹ durant la 4^{ème} année (Tab. 30, Fig. 40). Ceci montre que la croissance pondérale de la sardine est importante durant sa 1^{ère} année de vie. Il est stable au cours de la 2^{ème} et la 3^{ème} année, faible durant la 4^{ème} année.

Tableau 30: Représentation des valeurs du poids théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez *S. pilchardus* du LEA.

Espèce	Age (ans)	Pt théoriques (g)	Accroissement pondéral (g an ⁻¹)
<i>S. pilchardus</i>	1	11.74	11.74
	2	20.27	8.53
	3	28.39	8.12
	4	35.35	6.96

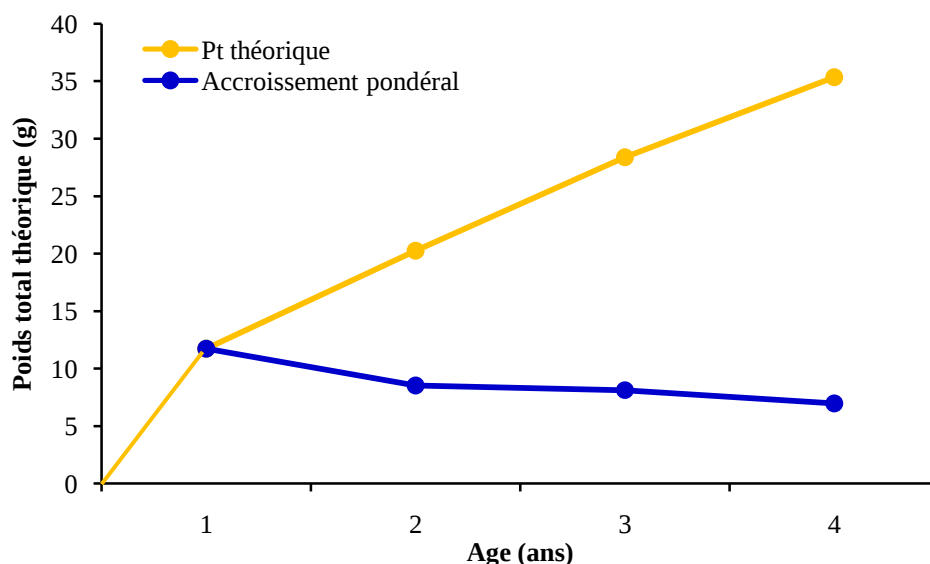


Figure 40: Courbes de croissance pondérale théorique et d'accroissement pondéral théorique chez *S. pilchardus* du LEA.

4. DISCUSSION

L'anchois, *Engraulis encrasicolus* et la sardine, *Sardina pilchardus*, 2 Téléostéens pélagiques abondants le long du LEA où ils sont capturés toute l'année. Les échantillons que nous avons obtenus mesuraient de 7.8 à 17.6 cm avec une moyenne de 13.79 cm pour l'anchois et de 7.3 à 18.7 cm avec une moyenne de 13.42 cm pour la sardine.

Chez les 2 espèces, il n'existe pas de caractère sexuel secondaire apparent qui permet de distinguer les mâles des femelles. Le sexe est déterminé alors après dissection et observation macroscopique des gonades. La proportion des sexes est directement liée à la reproduction, en effet, plus le rapport entre les mâles et les femelles est proche de l'équilibre (1), plus la reproduction comme le montre Legendre (1991) est meilleure.

Chez *E. encrasicolus*, le sex-ratio est globalement constant ($SR = 0.98 : 1$) et sans différence significative. Les taux de masculinité et de féminité sont presque égaux et proches de 50%. Ce résultat est comparable avec ceux trouvés chez la même espèce aussi bien dans la Méditerranée (Giraldez et Abad, 1995; Sinovčić, 2000; Gaamour *et al.*, 2004; Khemiri et Gaamour, 2009; Morello et Arneri, 2009) que dans l'Atlantique (Millàn, 1999). Cependant, Manzo *et al.* (2013) montrent que le sex-ratio d'*E. encrasicolus* des côtes italiennes est en faveur des femelles. Le même résultat a été signalé par Ba (1988) sur l'anchois des côtes mauritaniennes. Des données similaires sont rapportées chez l'anchois du Pérou, *Engraulis ringens* (Alheit *et al.*, 1984) et celui de la Californie, *Engraulis mordax* (Klingbeil, 1978; Parrish *et al.*, 1986) où les femelles dominent nettement dans les prises.

Chez *S. pilchardus*, le sex-ratio est globalement en faveur des femelles avec $SR = 0.73 : 1$, les taux respectifs de masculinité et de féminité sont de l'ordre de 42.49% et 57.51%. Ce résultat est comparable avec ceux mentionnés dans la baie d'Oran (Bouchereau, 1981) et en mer d'Alboran (Abad et Giraldez, 1993). En revanche, le sex-ratio de *S. pilchardus* est en faveur des mâles en mer Egée (Cýnahgýr, 1996), toutefois, un sex-ratio équilibré a été signalé chez la sardine des côtes marocaines (Barcova *et al.*, 2001; Amenzoui *et al.*, 2006) et tunisiennes (Kartas, 1981; Khemiri et Gaamour, 2009).

Le sex-ratio d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* varie en fonction de la taille. La dominance des femelles dans les petites et les grandes classes de tailles, observée chez les 2 espèces, semble être une règle générale chez les clupéiformes. Elle a été signalée par plusieurs auteurs chez *E. encrasicolus* (Arrignon, 1966; Ba, 1988; Erkoyuncu et Ozdamar, 1989;

Giraldez et Abad, 1995; Millan, 1999) et chez *Sardina pilchardus* (Bouchereau, 1981; Kartas 1981; Belvèze, 1984; Perez *et al.*, 1985; Abad et Giraldez, 1993; Amenzoui *et al.*, 2006; Khemiri, 2006). Cette tendance a été également retrouvée chez d'autres espèces de clupéiformes, nous citerons *Engraulis mordax* (Parrish *et al.*, 1986) ou encore *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* (Milton *et al.*, 1994).

La dominance des femelles dans les petites classes de tailles est constatée par l'identification précoce et assez aisée des petits ovaires par rapport aux petits testicules. La supériorité numérique des femelles dans les grandes classes de tailles est signalée par plusieurs auteurs (Giraldez et Abad, 1995; Millan, 1999; Ouattara *et al.* 2008). C'est probablement le concours de quelques facteurs dont les plus possibles seraient une plus grande longévité et une croissance plus rapide des femelles, une importante vulnérabilité vis-à-vis des engins de pêche, une mortalité naturelle différente selon le sexe (Garcia et Albaret, 1977; Parrish *et al.*, 1986; Motos et Uriarte, 1991), mais l'hypothèse la plus plausible serait la migration. En effet, le déplacement spatio-temporel des anchois et des sardines affecte différemment toutes les classes de taille (Marchal, 1993).

Le sex-ratio d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* varie en fonction des saisons. Chez l'anchois les mâles sont beaucoup plus abondants au printemps et en été alors que les femelles le sont en automne et en hiver. Chez la sardine, les femelles sont dominantes durant l'hiver, le printemps et l'été, à l'automne leurs effectifs sont proches de ceux des mâles.

Les fluctuations saisonnières du sex-ratio sont la conséquence de 3 principaux mécanismes:

- Les aléas dus à l'échantillonnage, notamment l'action sélective des engins de pêche.
- Les mécanismes d'ajustement de la structure d'une population à chaque modification de l'environnement surtout les variations de la qualité et de la quantité de nourriture disponible dans le milieu (Nikolsky, 1969). Ces dernières sont parmi les causes essentielles des fluctuations saisonnières du sex-ratio au sein de la population peuplant le LEA, notamment en période de reproduction.
- La protection des progénitures est appuyée par une grande présence des mâles notamment par la mise en place de nids de ponte contre la prédation. Ce constat est signalé par Luttbeg et Warner (1999).

L'étude du cycle sexuel chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA a été établie sur la base de nombreux critères: morphologiques, pondéraux et microscopiques. Cela nous a

permis de caractériser les principales phases évolutives du cycle reproducteur de chaque espèce.

Les observations macroscopiques des gonades d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* au cours de leurs cycles reproducteurs, nous ont permis d'identifier 5 stades de maturité pour les mâles et les femelles de chaque espèce.

L'analyse des variations mensuelles des 5 stades de maturité sexuelle montre que les gonades d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* se trouvent à différents stades de maturité au cours de l'année. Pour le même mois, il existe une grande variabilité des fréquences des stades de maturité traduisant le grand décalage aussi bien dans la maturation que lors de l'émission entre les individus de la même population. Chez les 2 espèces, la présence de poissons matures que nous avons observé presque tout le long de l'année avec des pourcentages variables traduit l'étalement de la période de reproduction, ce qui a pour conséquence un fractionnement, comme le montrent Kartas et Quignard (1984), de l'émission des œufs en plusieurs «fournées».

La taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (L_{m50}), correspond chez *E. encrasicolus* à une taille de 10.40 cm pour la population totale, 10.71 cm pour les mâles et 9.86 cm pour les femelles. Chez *S. pilchardus* cette taille est estimée à 11.09 cm pour la population totale, 11.56 cm pour les mâles et 11.37 cm pour les femelles. Les femelles d'*E. encrasicolus* sont pubères plus tôt que les mâles ce qui n'est pas le cas chez *S. pilchardus*, toutefois la L_{m50} estimée chez les 2 espèces est précoce et correspond à un âge de 1 an.

Chez *E. encrasicolus*, des tailles de 1^{ère} maturité sexuelle similaires à celles trouvées ont été mentionnées en Méditerranée (Fage, 1911; Furnestin, 1945; Arrignon, 1966; Girâldez et Abad, 1995) et dans l'Atlantique Est (Ba 1988; Millàn, 1999; Basilone *et al.*, 2006). En revanche, des tailles supérieures à celles du LEA ont été observées chez la même espèce sur les côtes algéroises (Djabali *et al.*, 1988; Sennai, 2003) et dans le golfe de Gascogne (Duhamel et Masse, 2004). Toutefois des tailles inférieures ont été rencontrées chez l'anchois par Marchal (1991), Leonid et Andrianov (1996), Torstensen *et al.* (2000), Gaamour *et al.* (2004), Mehl *et al.* (2005) et Ouattara *et al.* (2008).

Chez *S. pilchardus*, les valeurs de la L_{m50} estimées dans les eaux du LEA sont proches et comparables avec celles obtenues dans le golfe d'Annaba (Bedairia, 2011; Bouhali *et al.*, 2015), sur les côtes tunisiennes (Kartas, 1981; Khemiri, 2006) et en Cadiz (Rodriguez-Roda,

1970) alors que dans les littoraux oranais (Bouchereau, 1981) et algérois (Mouhoub, 1986) les L_{m50} sont plus grandes. Le même constat a été signalé chez la même espèce par Lee (1961) dans le golfe de Lion, Abad et Giraldez (1993) dans la mer d'Alboran, Silva *et al.* (2004) dans le golfe de Gascogne et Amenzoui *et al.* (2006) et dans la région de Laâyoune. Selon Albaret (1994), ces variations sont imputables aux différentes stratégies développées par les poissons pour une meilleure adaptation aux conditions environnementales.

Le suivi pondéral des gonades d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* par le calcul du RGS, combiné à l'observation de leur morphologie au cours du cycle sexuel, nous a permis de déterminer les périodes de reproduction. Les variations mensuelles des valeurs moyennes du RGS montrent que pour chaque espèce, il existe un seul cycle sexuel par an avec une période de reproduction étalée dans le temps. Selon Palomera (1992), cet allongement est une stratégie d'adaptation qui permet aux poissons d'assurer la survie des œufs et des larves.

Chez *E. encrasicolus*, la période de reproduction s'étale entre mars et octobre. Le processus de maturation et de ponte couvre 8 mois, coïncidant avec le réchauffement des eaux superficielles. La ponte est estivale où l'émission d'ovocytes et de spermatozoïdes se déclenche en mai et se poursuit jusqu'à septembre - octobre. Entre novembre et février, les gonades rentrent en repos sexuel, ils ont fini de frayer et ne manifestent aucune activité sexuelle. La périodicité et l'étalement de la période de reproduction observés chez *E. encrasicolus* du LEA sont comparables avec ceux trouvés chez la même espèce dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (Fage, 1920; Furnestin et Furnestin, 1959; Rodriguez-Roda, 1977; Palomera et Sabatés, 1990; Palomera, 1992; Giraldez et Abad, 1995; Motos *et al.*, 1996; Regner, 1996; Millàn, 1999; Sinovčić, 2000; Funamoto *et al.*, 2004; Gaamour *et al.*, 2004; Zupa *et al.*, 2013). Toutefois, des petites différences ont été observées au moment du déclenchement de la ponte, elles sont probablement liées aux conditions physiques et biotiques du milieu (Wootton, 1982; Bye, 1984). La durée de ponte de l'anchois du LEA, coïncide aussi avec les résultats des études d'ichtyoplancton réalisées par Aldebert et Tournier (1971) et Chavance (1980) qui lors de leurs campagnes respectives en 1965 - 1968 et 1977 - 1978, rencontrent les premiers œufs d'anchois en mai jusqu'à septembre.

La période de reproduction d'*E. encrasicolus* n'est pas la même dans toutes les régions. Plusieurs travaux signalent des périodes de reproductions plus courtes (Chavance, 1980; Casavola *et al.*, 1996; Lisovenko et Andrianov, 1996; Sinovčić et Zorica, 2006) même si dans l'Atlantique, Ba (1988) et Berraho *et al.* (2005) montrent que la reproduction d'*E. encrasicolus* est étalée sur toute l'année.

Chez *S. pilchardus*, la période de reproduction couvre 7 mois, s'étalant d'octobre à avril et coïncidant avec le refroidissement des eaux superficielles. La maturation des glandes sexuelles débute en octobre, l'émission des produits génitaux dès janvier et se poursuit jusqu'avril. La ponte de *S. pilchardus* est hivernale et le repos sexuel s'échelonne entre mai et septembre. Cette période de reproduction est comparable à celles rapportées le long des côtes algériennes. Nous citerons Djabali et Mouhoub (1989) à Alger, Tomasini *et al.* (1989) à Oran, Bedairia (2011) et Bouhali *et al.* (2015) à Annaba. En Méditerranée (Abad et Giraldez, 1993; Ganas *et al.* 2007) et dans océan Atlantique (Nunes *et al.*, 2011), la reproduction de *S. pilchardus* se prolonge sur 6 mois avec une ponte en hiver. En revanche, de nombreux auteurs ont montré que la période de reproduction de *S. pilchardus* des côtes Atlantiques est plus étendue qu'en Méditerranée (Ré *et al.*, 1990; Amenzoui *et al.*, 2006).

En Méditerranée, la ponte chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* est de longue durée mais elle ne couvre pas toute l'année. A cause de l'existence de saisons hydrologiques plus ou moins marquées, certaines périodes sont plus favorables à la reproduction que d'autres (Arnée, 1931).

Les travaux réalisés en Méditerranée et dans l'Atlantique, indiquent des pontes précoces ou tardives (Sinovčić, 1984; Abad et Giraldez, 1993; Millàn, 1999; Amenzoui, 2006). Dans notre étude, nous avons constaté ce phénomène suite aux observations d'anchois et de sardines matures en périodes de repos sexuel, conséquence du décalage entre la maturation des spécimens de petite taille qui pondent, comme il l'a signalé Fage (1920), plus tardivement. Les pontes précoces ou tardives que nous avons trouvées sont probablement dues aux variations de la température de l'eau, comme il a été rapporté par Mandić *et al.* (2012).

Chez *E. encrasicolus* du LEA, la reproduction est sous la dépendance de la température de l'eau. La transition saison froide, saison chaude, est la plus favorable au déclenchement de la ponte. L'effet de la température de l'eau sur la reproduction d'*E. encrasicolus* figure souvent dans la littérature (Furnestin et Furnestin, 1959; Aldebert et Tournier, 1971; Cort *et al.*, 1979; Palomera, 1992; García et Palomera, 1996; Motos *et al.*, 1996; Millàn, 1999). Selon ces auteurs, le réchauffement des eaux superficielles joue un rôle très important dans le déclenchement de la ponte chez *E. encrasicolus*. En Méditerranée, *E. encrasicolus* se reproduit généralement dans les eaux chaudes superficielles dont la

température est supérieure à 14°C (Palomera et Sabatés, 1990; Garcia et Palomera, 1996; Regner, 1996).

Il en est de même pour *S. pilchardus*, chez qui la ponte est particulièrement sensible à la température (Aldebert et Tournier, 1971; Chavance, 1980; Olivar *et al.*, 2001). Selon ces auteurs, elle s'effectue lors du refroidissement des eaux. D'après Larianeta (1960), la ponte de *S. pilchardus* baisse avec le réchauffement des eaux, la position et la valeur des isothermes déterminent donc les lieux et les époques de ponte (Chavance, 1980). La reproduction de *S. pilchardus* du LEA est positivement corrélée avec la diminution de la température de l'eau. La transition saison chaude, saison froide est la plus favorable au déclenchement du processus de maturation et de ponte. L'effet de la température de l'eau sur la reproduction de la sardine est signalé par plusieurs auteurs, cette dernière s'effectue sur les côtes atlantiques du Maroc à 16°C (Furnestin, 1959) et dans l'Adriatique, entre 12.8 et 13.6°C (Gamulin, 1954). Dans le golfe de lion, les conditions optimum pour la ponte de la sardine sont réunies entre 12.5 et 14°C (Delaruelle, 2009), sur la côte Algéroise, elle a lieu lorsqu'elle est comprise entre 14 et 15°C (Khouidja, 1976).

L'analyse des variations pondérales du foie chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus*, à travers le calcul du RHS montre que ce dernier varie avec le RGS et présente des fluctuations sensibles liées au cycle reproducteur. Pour les 2 espèces, le RHS augmente lors de la maturation et de la ponte ce qui est due à la mobilisation des réserves lipidiques qui passent simultanément vers le foie et les gonades afin d'assurer les besoins énergétiques de la reproduction. En phase de post-reproduction, le poids du foie baisse. A partir de la phase de récupération, une augmentation du RHS est la conséquence du retour des réserves lipidiques vers le foie, à partir des ovocytes atrétiques non pondues et par l'apport alimentaire. Ainsi, le foie n'est pas sollicité pour le transfert des réserves nécessaires au développement des gonades. Il est donc évident que l'anchois et la sardine faisant partie des poissons gras comme le signale Lahaye (1980), dont les réserves lipidiques s'accumulent dans le mésentère et sous la peau pour passer dans les gonades afin d'assurer les besoins énergétiques de la gamétogenèse.

Le coefficient de condition (K) reflète l'état d'embonpoint des poissons, traduisant la capacité d'accumuler des réserves dans les muscles. L'évolution mensuelle de ce coefficient permet de déduire une stratégie dans l'utilisation des apports énergétiques. En effet, le coefficient de condition est corrélé positivement à la densité de lipides, ces derniers étant

utilisés comme le montrent Robinson *et al.* (2008) durant les périodes de jeûne, de reproduction et de maturation. Chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA, les variations temporelles du coefficient de condition montre un cycle saisonnier.

Chez *E. encrasicolus*, le coefficient de condition est meilleur en hiver, hors période de reproduction et mauvais le reste de l'année. Les valeurs maximales se situent entre novembre et janvier et constituent une phase de bonne condition qui précède le démarrage de la reproduction. Au cours de cette période, l'anchois se nourrit intensément pour stocker dans le mésentère et sous les muscles, des réserves lipidiques nécessaires à la maturation des gamètes mâles et femelles notamment au processus d'ovogenèse et de spermatogenèse. Entre février et octobre, le coefficient de condition diminue ce qui se traduit par un amaigrissement des anchois qui se nourrissent peu, à cause du développement des gonades qui compriment de plus en plus le tractus digestif réduisant ainsi le volume de la prise alimentaire (Lahaye 1980). En plus les réserves graisseuses sont investies majoritairement dans l'élaboration des produits sexuels et l'émission des œufs réduit la masse corporelle comme l'ont signalé Millàn (1999) et Somarakis *et al.* (2012). La présence de valeurs modérées de K en mars, mai, juin et septembre suggère que l'anchois continue à se nourrir durant la période de reproduction, pour pouvoir couvrir toutes les dépenses énergétiques du métabolisme de base, de la reproduction et de la croissance somatique comme il a été constaté par Lisovenko et Andrianov (1996), Millàn (1999) et Kim *et al.* (2013).

Chez *S. pilchardus*, le coefficient de condition est élevé entre octobre et mai, coïncidant avec la période de frai alors qu'entre juin et septembre, il diminue. L'augmentation correspondant à la phase dans laquelle les gonades sont sexuellement actives, est le résultat de la demande excessive d'énergie pour le processus de la gamétogenèse, comme c'est le cas de nombreux poissons Téléostéens marins tel que le sar commun, *D. sargus* (Morato *et al.*, 2003) ou encore le merlu, *Merluccius merluccius* (Belhoucine, 2012). En fin de période de reproduction, généralement en mars, on observe aussi une augmentation brutale de K conséquence d'une intensification alimentaire pour récupérer l'énergie investie dans les processus d'élaboration et d'émission des ovocytes et des spermatozoïdes. La tendance à la diminution du coefficient de condition lors du repos sexuel est traduite par un amaigrissement des sardines en fin de ponte, les réserves stockées sous la peau et dans le mésentère sont investis majoritairement pour assurer l'énergie essentielle au métabolisme de base et à la croissance somatique.

D'une manière générale on peut dire qu'*E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA s'alimentent toute l'année. L'augmentation des coefficients de condition juste après la ponte montre que l'état d'embonpoint de ces 2 espèces s'améliore rapidement comme le signalent Lisovenko et Andrianov (1996), Millàn (1999) et Bouhali *et al.* (2015).

L'analyse microscopique des ovaires d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus*, prélevés à différentes périodes du cycle reproducteur, nous a permis de déterminer leurs degrés de maturité, de caractériser les principales phases évolutives de leurs cycles sexuels et de préciser les périodes de reproduction et de ponte. Selon la cinétique de l'ovogenèse, le cycle sexuel d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus*, passe par 3 phases successives. Une phase de maturation ovarienne coïncidant avec le processus de vitellogenèse. Une phase de ponte correspondant à la maturation finale et l'émission d'ovocytes mûrs et une phase de récupération ou de repos sexuel.

Pendant toute la période de ponte, des ovocytes pré-vitellogéniques, des ovocytes vitellogéniques à tous les stades de développement et des follicules post-ovulatoires sont présents dans les ovaires, leurs croissances et leurs distributions sont plurimodales. Au sein d'un même ovaire, plusieurs lots d'ovocytes sont visibles. L'accroissement final de chaque lot correspond à l'hydratation des ovocytes qui atteignent une taille définitive d'environ 1000 µm chez l'anchois et 800 chez la sardine. Ces ovocytes lorsqu'ils arrivent à maturité, sont pondus par lots successifs. La stratégie de ponte chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA est de type «ponte fractionnée», ces poissons sont susceptibles d'effectuer comme le signale Fontana (1969), plusieurs actes de ponte de façon fractionnée durant la même saison de reproduction.

Du point de vu histologique, la période de reproduction d'*E. encrasicolus* commence en mars et se termine en octobre alors que chez *S. pilchardus*, elle s'étale d'octobre à avril. Cette étude nous a permis de situer avec précision les périodes de reproduction des 2 poissons et de montrer qu'elles concordent avec celles calculées grâce au RGS (Millan, 1999; Khemiri, 2006; Khemiri et Gaamour, 2009; Amenzoui, 2010; Manzo *et al.*, 2013; Zup *et al.*, 2013).

La fécondité individuelle absolue estimée chez *E. encrasicolus*, oscille entre 5222 et 50390 ovocytes par femelle mature avec une moyenne de 24757 ovocytes. Chez *S. pilchardus*, cette fécondité a été estimée entre 10288 et 45386 ovocytes avec une moyenne de 21433 ovocytes. Ces résultats montrent que *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA sont des espèces à grand potentiel reproductif chez qui la mortalité des larves est importante et influence fortement le recrutement. Ainsi, la stratégie utilisée pour compenser la forte

mortalité potentielle est basée sur une allocation d'énergie à la reproduction favorisant la production massive d'œufs. Ce résultat est comparable à celui préconisé par Cury et Roy, (1989) et Bakun (1996).

La fécondité individuelle absolue d'*E. encrasicolus* du LEA est supérieure à celle trouvée chez la même espèce par Ouattara *et al.* (2008) dans le littoral ivoirien où ces auteurs trouvent une moyenne de 14616 oocytes seulement. Chez *S. pilchardus* du LEA cette fécondité est proche de celle rapportée par Bédairia, (2011) dans le golfe d'Annaba où elle varie entre 10900 et 57600 ovocytes. Bouchereau (1981) à Oran, détermine un intervalle de 5000 à 20000 ovocytes par sardine, il prend en considération les ovocytes dont le diamètre est supérieur à 170 μm . En Tunisie, Kartas (1981) estime la fécondité de la sardine entre 5000 et 38500 œufs par individu ne comptant que les ovocytes supérieurs à 375 μm de diamètre. D'après Andreu (1955), la sardine de Malaga pond en moyenne 29000 ovocytes dans un intervalle de 15000 à 50000 et seuls les ovocytes dont le diamètre est supérieur à 200 μm sont comptabilisés.

Il est difficile d'établir une comparaison entre les fécondités que nous avons estimé et celles provenant d'autres zones géographiques pour 2 raisons:

- Chaque auteur utilise un diamètre ovocytaire différent pour commencer son comptage, ce qui empêche de définir clairement leur limite inférieure.
- La fécondité est fortement liée à la taille de 1^{ère} maturité sexuelle qui change d'une population à l'autre en fonction des conditions du milieu. Ces conditions sont essentiellement la quantité de nourriture disponible, la température, le degré de pression des prédateurs et l'intensité de la pêche (Wootton, 1982; Bye, 1984). Elles peuvent être attribuées aux facteurs génétiques sachant qu'il n'existe que très peu de renseignements sur le contrôle génétique de la fécondité (Kartas et Quignard, 1984).

Les fécondités individuelles absolues estimées chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* sont positivement corrélées aux poids total, somatique, des gonades et à la longueur totale du poisson. C'est également le cas pour les anchois des côtes tunisiennes (Gaamour *et al.*, 2004) et ivoiriennes (Ouattara *et al.*, 2008) et la sardine du littoral marocain (Amenzoui *et al.*, 2006). Ce constat est également signalé chez *Sardinelle aurita* (Conand, 1977) et *Solea vulgaris* (Le Bec, 1985).

L'étude de l'âge montre que l'anchois et la sardine du LEA sont caractérisés par une faible longévité estimée à 4 ans. Cette caractéristique est typique des PP des eaux chaudes et tempérées qui durant leurs vies, dépensent une énergie considérable.

La majorité des études réalisées en Méditerranée s'accordent à donner le même âge, de 4 ans, aux différents stocks d'*E. encrasicolus*, peuplant les côtes Ouest algériennes (Bacha *et al.*, 2010), les côtes tunisiennes (Khemeri *et al.*, 2007) et Nord-Ouest méditerranéennes (Morales-Nin et Pertierra, 1990). Le même résultat a été signalé par Sinovčić (2000) et Giannetti et Donato (2003) dans l'Adriatique. La longévité d'*E. encrasicolus* peut varier de 2 ans (Fage, 1911) à 5 ans (Hemida, 1987; Bellido *et al.*, 2000). Dans un rapport de l'Ifremer (2004), la longévité de l'anchois du golfe de Gascogne est de 5 ans. Cette variation est probablement due à l'emploi de méthodes différentes de détermination de l'âge ou à des méthodes identiques mais non standardisées.

La longévité de *S. pilchardus* estimée à 4 ans, rejoint celles proposées par Fage (1920) dans les eaux algéroises et par Mozzi et duo (1959) dans les côtes italiennes. D'une manière générale, les différents stocks de *S. pilchardus* étudiés en Méditerranée présentent une faible longévité ne dépassant jamais 5 ans (Mouhoub, 1986; Bencherifi *et al.*, 1989; Brahmi *et al.*, 1998; Bedairia, 2011; Bouhali, 2015). En revanche, en Atlantique, Copace (1978) estime cet âge à 6 ans alors que Guerault (1980) et Sinovčić (1986) le place à 8 ans.

Les tailles asymptotiques estimées chez *E. encrasicolus* à 18.25 cm et chez *S. pilchardus* à 20.02 cm, sont atteintes après seulement 4 ans avec des vitesses de croissance respectives de 0.74 an^{-1} et 0.34 an^{-1} . Il s'agit d'espèces à croissance rapide comme le signalent plusieurs auteurs dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (Bouchereau et Ghazi, 1988; Karacam et Düzgünes, 1990; Morales-Nin et Pertierra, 1990; Millàn, 1999; Bellido *et al.*, 2000; Pecquerie *et al.*, 2009; Amenzoui, 2010; Bacha *et al.*, 2010).

Le modèle de croissance de Von Bertalanffy, appliqué aux données âge - longueur, a montré que l'essentiel de la croissance chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA est réalisé au cours de la 1^{ère} année de vie. Ces résultats suggèrent, comme le montrent Bellido *et al.* (2000), Amenzoui (2010) et Bacha *et al.* (2010), que l'exploitation de ces stocks dépend essentiellement des premiers groupes d'âges, lesquels dépendent fortement du succès du recrutement.

La 1^{ère} année de vie d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* correspond à une phase de forte croissance car le taux de croissance somatique est plus élevé avant le début de la 1^{ère} maturité

sexuelle (Roff, 1983). La baisse la plus importante du taux de croissance des 2 espèces, est observée après la 1^{ère} année de vie correspondant à l'acquisition de la taille de 1^{ère} maturité sexuelle. A partir de ce moment, une portion importante de l'énergie est investie dans la reproduction au dépend de celle consacrée à la croissance, ce qui engendre une baisse du taux de croissance chez les 2 espèces.

Les valeurs de la longueur asymptotique (L_{∞}) indicatrices de la croissance linéaire et du coefficient de vitesse de croissance (K) du stock d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* du LEA, se rapprochent des résultats trouvés chez l'anchois par de nombreux auteurs (Pertierra, 1987; Morales-Nin et Pertierra, 1990; Bellido *et al.*, 2000; Basilone *et al.*, 2004; Khemiri *et al.*, 2007; Bacha *et al.*, 2010) et chez la sardine dans différentes régions (Lopez, 1963; Boulva, 1975; Biaz et Rami, 1978; Guerault, 1980; Bouchereau, 1981; Kartas, 1981; Mouhoub, 1986; Morales-Nin et Pertierra, 1990; Sinovčić, 1991; Bedairia, 2011; Bouhali, 2015). Toutefois, il existe des dissemblances dans la L_{∞} et le K entre les différentes populations d'une même espèce. Ces différences sont dues principalement à:

- La divergence des méthodes d'échantillonnages.
- L'hétérogénéité des méthodes de calcul utilisées comme la lecture directe sur les otolithes ou les écailles, le rétro-calcul, l'analyse de fréquence de taille.
- Divers travaux ont montré que les variations de la L_{∞} , observées chez des groupes d'individus de la même espèce, pouvaient être attribuées à des conditions de vie dans le milieu (température en particulier), ou encore au taux d'exploitation (Fréon, 1988). Atarhouch *et al.*, (2006) expliquent ces différences comme étant dues à des facteurs génétiques, où les individus à forte croissance possèdent une structure génotypique particulière.

L'indice de performance de croissance (Φ') a été calculé chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA à partir des valeurs de L_{∞} et K. Chez l'anchois, cet indice est de l'ordre de 2.392, il est très proche de ceux trouvés chez la même espèce par de nombreux auteurs dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (Hemida, 1987; Morales-Nin et Pertierra, 1990; Thomas, 1985; Bellido *et al.*, 2000; Sinovčić, 2000; Basilone *et al.*, 2004; Khemiri *et al.*, 2007; Bacha *et al.*, 2010). Chez la sardine, la valeur de Φ' est de 2.134. Elle se rapproche de celles trouvées par Amenzoui (2010), Bedairia (2011) et Bouhali (2015). Ainsi, la croissance linéaire d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* du LEA évolue d'une manière rapide et identique à celles trouvées chez les mêmes espèces dans différentes régions

La croissance relative d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* du LEA et de type allométrie majorante avec b supérieur à 3, le poids croît proportionnellement plus vite que le cube de la longueur, traduisant une bonne croissance pondérale des 2 espèces. Ce résultat est comparable à ceux obtenus chez *E. encrasicolus* des côtes tunisiennes (Gaamour *et al.*, 2004) et mauritaniennes (Ba, 1988) où la valeur du coefficient d'allométrie est significativement supérieure à 3. Cette observation a été également faite par Millàn (1999), Funamoto *et al.* (2004) et par Manzo *et al.* (2013). Par contre, une allométrie minorante avec b inférieur à 3 a été signalée par Ouattara *et al.* (2008) chez l'anchois du littoral Est ivoirien.

Chez *S. pilchardus*, nos résultats s'accordent avec ceux trouvés sur la même espèce le long des côtes algériennes (Bouchereau, 1981; Mouhoub, 1986; Brahmi *et al.*, 1998; Bouhali, 2015) où on a une allométrie majorante et des coefficients d'allométrie b significativement supérieurs à 3. Le même résultat a été signalé chez *S. pilchardus* des côtes tunisiennes (Kartas, 1981) et celles de Landres (Gueraut et Avrilla, 1978). Toutefois, Bedairia (2011) a observé une isométrie de croissance sur la sardine du golfe d'Annaba où le poids croît proportionnellement au cube de la longueur. Quignard et Kartas (1976) ont signalé chez la sardine des côtes tunisiennes, une allométrie minorante où le poids croît proportionnellement moins vite que le cube de la longueur. Le même résultat a été trouvé par Idrissi et Zouiri (1985) sur les côtes de l'Atlantique marocain.

Les différences de croissance observées chez les populations d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* dans différentes régions sont probablement dues à des facteurs internes et externes tels que l'âge, le sexe, la disponibilité de nourriture, la température, la salinité, le régime alimentaire ou encore le développement des gonades (Pauly, 1984; Sparre, 1992; Zaydin et Taskavak, 2007).