

Influence des conditions océanologiques sur la formation du recrutement chez le chinchard (*Trachurus trachurus*) au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest

Influence of oceanological conditions on Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) recruitment formation off the coast of Northwest Africa

(French only/En français seulement)

R.A. Kuderskaya et S.K. Kudersky

Institut Atlantique de recherches scientifiques en matière des pêches et de l'océanographie (AtlantNIRO), 5 rue Dm. Donskoi, Kaliningrad, 236022 Fédération de Russie
atlant@baltnet.ru

Kuderskaya, R.A. et Kudersky, S.K. 2012. Influence des conditions océanologiques sur la formation du recrutement chez le chinchard (*Trachurus trachurus*) au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest. In/Dans S. Garcia, M. Tandstad and A.M. Caramelo (eds.). Science and Management of Small Pelagics. Symposium on Science and the Challenge of Managing Small Pelagic Fisheries on Shared Stocks in Northwest Africa, 11–14 March 2008, Casablanca, Morocco/Science et aménagement des petits pélagiques. Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale, 11-14 mars 2008, Casablanca, Maroc. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings/FAO Comptes rendus des pêches et de l'aquaculture*. No. 18. Rome, FAO. pp. 475–485.

RÉSUMÉ

Une liaison authentique a été découverte entre les indices d'abondance de six générations du chinchard européen et l'index de l'inclinaison de la ligne du trend des écarts de la température des eaux superficielles (TES) par rapport aux valeurs moyennes de plusieurs années dans la première moitié de la saison de ponte. Le coefficient de corrélation entre les valeurs des indices d'abondance et des index de pente des équations correspondantes a été de 0,91. Dans l'équation du trend est reflétée l'interaction de la branche côtière du courant des Canaries et de la branche nord du contrecourant inter-alizés dont dépend la probabilité de rejet des oeufs et des larves du chinchard dans l'océan. Avec le trend TES qui indique le renforcement du courant des Canaries et l'affaiblissement de la branche nord du contrecourant inter-alizés, a lieu une haute probabilité de rejet des larves dans l'océan. Dans la situation inverse la probabilité de rejet est minimale, car la branche nord du contrecourant inter-alizés crée pendant cette période une sorte de barrière qui empêche la dérive des oeufs et des larves vers le large. L'existence des régularités révélées est confirmée par les résultats de l'analyse de la composition par âge des captures.

ABSTRACT

A reliable correlation between abundance indices of six Atlantic horse mackerel year-classes and the index of the slope of the line of the SWT deviation trend from mean annual values in the first half of the spawning season is revealed. The correlation coefficient between abundance index values and angular coefficients of corresponding levels amounted to 0.91. The interaction between the coastal branch of the Canary Current and northern branch of the Intertrade-wind countercurrent, which is responsible for probability of horse mackerel eggs and larvae drift to the ocean, is reflected in trend equation. With the SWT trend, which shows strengthening of the Canary Current and weakening of the northern branch of the Intertrade-wind countercurrent, the probability of eggs and larvae drift is high. In the inverse situation the probability of drift is minimized, as the northern branch of the intertrade-wind countercurrent becomes a peculiar barrier preventing the eggs and larvae from drifting to the open ocean. Revealed regularities are confirmed by the results of the commercial catch age composition analysis.

1. INTRODUCTION

Lors de l'évaluation des valeurs pronostiques du stock et de la prise totale admissible (PTA) à l'aide de la méthode VPA il existe une incertitude de l'évaluation du recrutement de l'année terminale et des années de prévision (2 ans au préalable), ce qui se fait sentir sur la valeur de PTA.

Il y a plusieurs facteurs qui influencent l'évolution de la ponte, la survie des oeufs et l'abondance des larves du chinchard: température de l'eau, salinité, teneur en oxygène dissous, position de la zone hydrologique frontale (Sedletskaia, 1971, 1975, 1985). Nous supposons que la formation de la génération d'une telle ou telle abondance peut être influencée, outre cela, par le caractère de l'interaction du courant des Canaries et de la branche nord du contrecourant inter-alizés dont dépend la probabilité de rejet des oeufs et des larves du chinchard dans l'océan.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

La base de données IGOSS relative à la température des eaux superficielles (TSE) de la zone du Maroc a été utilisée. Les écarts de TSE par rapport aux valeurs moyennes de plusieurs années de la période 1981-2007 pour chaque mois de la deuxième moitié de l'année (première moitié de la saison de ponte du chinchard) ont été trouvés. Sur le graphique on a obtenu le trend TSE pour les années analysées, les paramètres de l'équation de trend dont la première partie – index de pente – est un index d'inclinaison de la ligne de trend. Les matériaux des prospections du recrutement et des prospections ichtyo-planctoniques réalisées dans l'Atlantique centre-est en 2003-2007 ont été utilisés. L'existence ou l'absence de la ponte du chinchard a été déterminée selon la part de femelles en ponte (stades de maturité de gonades IV-V, V,VI-IV) (matériel de la base de données des analyses biologiques de l'AtlantNIRO au nombre de 53 045 exemplaires). Pour la détermination de la composition par âge des prises ont été utilisées les données de mensurations de masse chez 162 757 exemplaires et 8 270 paires d'otolithes. L'analyse de la composition taille-âge du chinchard des groupes d'âge 0 et 1 de la prospection de l'an 2005 a été effectuée sur la base de 2 335 exemplaires de mensurations de masse et de 140 exemplaires de détermination de l'âge.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La figure 1 représente la circulation des eaux à la surface de l'océan au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest durant la période d'été. Les flèches indiquent la direction du courant froid des Canaries et de la branche nord du contrecourant chaud inter-alizés.

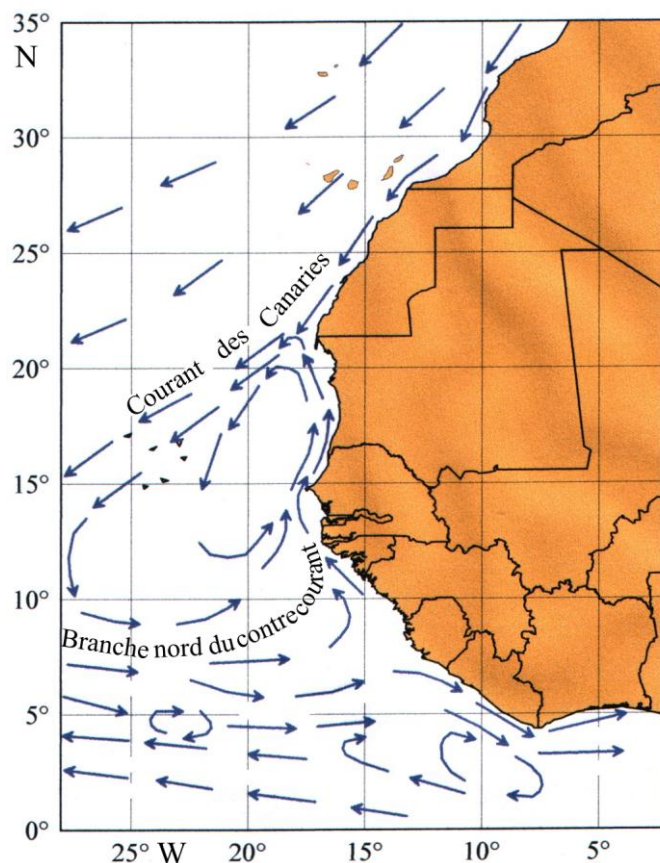


Figure 1: Schéma de la circulation des eaux en surface de l'océan au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest durant la période d'été (selon Mittelstaed, 1983).

Dans la deuxième moitié de l'an 2002 entre juillet et novembre dans la zone du Maroc (21°–26° N) l'élévation de la température des eaux côtières (de 19,5° en juillet à 21,4° en octobre) a été observée. La branche côtière du courant des Canaries s'affaiblissait et la branche nord du contrecourant chaud inter-alizés se renforçait. Le renforcement de la branche nord du contrecourant inter-alizés favorisait la tendance au mouvement des eaux de l'océan vers les côtes. Une telle situation réduit la probabilité de rejet des oeufs et des larves vers le large. Une situation pareille a été observée dans la deuxième moitié de l'an 2001, quand la température avait augmenté de 20,4° C en juillet à 22,2° C en octobre. Dans la deuxième moitié de l'an 2003 un caractère inverse de la circulation des eaux a été signalé. De juillet à novembre le refroidissement des eaux côtières (de 21,7° C en août à 19,2° C en décembre) a été observé. La branche côtière du courant froid des Canaries se renforçait, la branche nord du contrecourant chaud inter-alizés s'affaiblissait. Dans la situation constatée la probabilité de rejet des oeufs et des larves du chinchard vers le large était élevée. Une situation pareille a été observée au cours des deux années suivantes, elle a changé en inverse uniquement en 2006. La figure 2 montre les écarts de TSE dans la deuxième moitié 2001-2007. Le trend des graphiques indique la tendance au refroidissement ou à l'élévation de température en fonction du renforcement ou de l'affaiblissement du courant froid des Canaries et de la branche nord du contrecourant chaud inter-alizés. La situation concrète est reflétée dans l'équation du trend dont l'index de pente est l'indice d'inclinaison de la ligne du trend de TSE et, par conséquent, de la tendance au refroidissement ou à l'élévation de température (figure 2a-g).

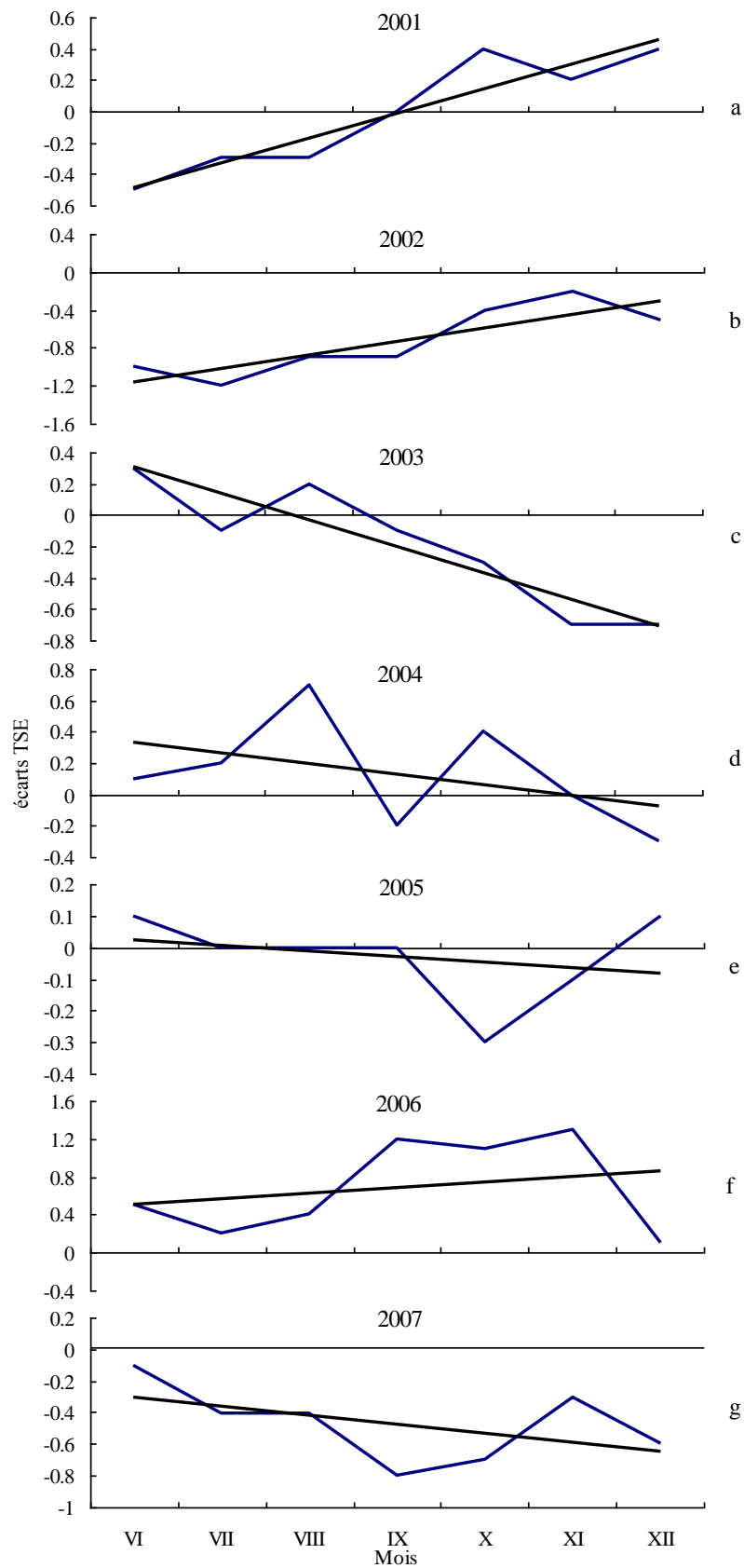


Figure 2a-g: Les écarts de TSE dans les eaux du Maroc dans la deuxième moitié de l'année (2001-2007)

Les données obtenues correspondent bien aux résultats des prospections des jeunes poissons réalisées par AtlantNIRO pendant la période de 2003 à 2007 (tableau 1).

Tableau 1: Indices d'abondance du recrutement du chinchard européen selon les résultats des prospections des jeunes poissons réalisées en 2003-2007, millions d'exemplaires

An, mois	Groupes d'âge			
	Zéro	Génération	1	Génération
Novembre-décembre 2003	1 776,7	2002/2003	1 171,3	2001/2002
Décembre 2004-janvier 2005	4,6	2003/2004	71,5	2002/2003
Décembre 2005-janvier 2006	141,4	2004/2005	10,3	2003/2004
Décembre 2006-janvier 2007	316,1	2005/2006	54,1	2004/2005
Décembre 2007	1 240,2	2006/2007	102,8	2005/2006

La prospection des jeunes poissons à la fin 2003 a montré une haute abondance des générations 2001/2002 et 2002/2003 (tableau 1, figure 3). Le trend des écarts de TSE de la deuxième moitié de l'an 2001 et 2002 respectivement indique l'élévation de la température, et donc, le renforcement de la branche nord du contrecourant inter-alizés (figure 2a,b). Une faible abondance de la génération 2003/2004 a été confirmée par les résultats de la prospection à la fin 2005. L'indice d'abondance du premier groupe d'âge a été de 10,2 millions d'exemplaires, c'est-à-dire qu'il avait la valeur la plus basse durant toute la période des observations. Le trend des écarts de TSE dans la deuxième moitié de l'an 2003 montrait la tendance au refroidissement (figure 2c).

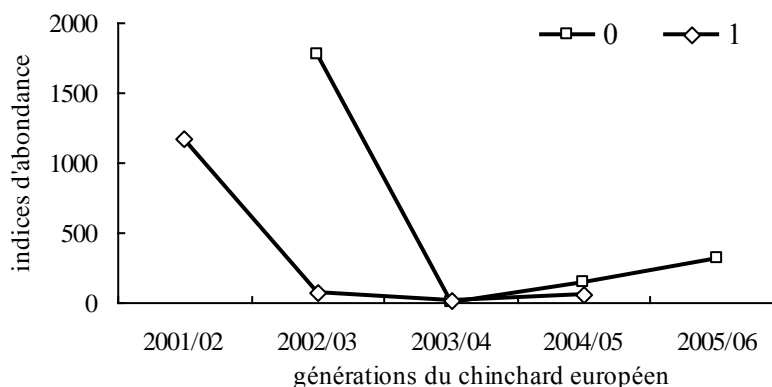


Figure 3: Indices d'abondance des générations du chinchard aux prospections des jeunes poissons

Il est difficile d'expliquer une faible abondance des individus âgés d'un an de la génération 2002/2003 à la prospection réalisée en 2004. Par rapport à l'abondance du groupe 0 de cette génération, elle a diminué presque de 25 fois. Cela est dû, peut-être, au retard d'un mois environ de la réalisation de la prospection, ce qui a abouti aux changements de la répartition du chinchard de cette génération. En outre, sa décroissance naturelle a augmenté.

Les générations de chinchard des années 2004 et 2005 se distinguaient par une abondance basse, ce qui correspond au renforcement de la branche côtière du courant froid des Canaries, à l'affaiblissement de la branche nord du contrecourant chaud inter-alizés au cours des années correspondant à la

première moitié de la saison de ponte et, comme conséquence, au rejet des oeufs et des larves de chinchard vers le large. On peut observer sur les figures 2d et 2e une tendance au refroidissement durant la deuxième moitié des années 2004 et 2005. Selon la tendance du trend TES on pourrait attendre une haute abondance. Cependant, la température des eaux superficielles durant la première moitié de la saison de ponte 2006/2007 était anormalement élevée, ce qui a influencé l'efficacité de la ponte du chinchard (tableau 2). Cela est attesté par un indice très bas d'abondance des oeufs et des larves pendant la prospection réalisée en décembre 2006–janvier 2007 (respectivement 65 ex. $\cdot 10^9$ et 7 ex. $\cdot 10^9$). Au cours de l'année 2006 on observait une pression atmosphérique basse dans la zone de l'anticyclone des Açores. Une telle situation a abouti à l'affaiblissement de longue durée de l'alizé nord-est, la baisse de la vitesse du courant froid des Canaries et de l'intensité de l'upwelling côtier. En mai le courant chaud en provenance du sud (branche nord du contrecourant inter-alizés) s'est renforcé et un déplacement rapide des eaux chaudes tropicales vers le nord a commencé ($T^\circ = 26\text{--}28^\circ$). La croissance des écarts positifs de TSE dans l'ensemble d'une vaste zone ($10\text{--}40^\circ \text{N}$) dans l'Atlantique centre-est a commencé. Dans la région située à $21\text{--}26^\circ$ le TSE dans la zone côtière a été de $22,5^\circ\text{C}$ dans le nord et $24,5^\circ \text{C}$ dans le sud. Au cours de ces 26 dernières années on n'a pas observé de conditions hydrométéorologiques si anormales. En décembre la zone frontale de TSE a reculé vers le sud, et les conditions hydrométéorologiques sont devenues proches de la norme climatique. Donc, la ponte de la deuxième moitié de la saison de ponte 2006/2007 pouvait être tout à fait encourageante pour le chinchard.

Tableau 2: Température des eaux superficielles dans la zone du Maroc en 2001-2007

Mois	Années						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
VI	19,5	19	20,3	20,1	20,1	20,5	19,9
VII	20,4	19,5	20,6	20,9	20,7	20,9	20,3
VII	21,2	20,6	21,7	22,2	21,5	21,9	21,1
IX	21,8	20,9	21,7	21,6	21,8	23	20,8
X	22,2	21,4	21,5	22,2	21,5	22,9	
XI	21,2	20,8	20,3	21	20,9	22,3	
XII	20,3	19,4	19,2	19,6	20	20	

Le tableau 3 représente la marche de la ponte durant la deuxième moitié de l'an 2002 quand une génération féconde s'est formée. Il représente également la saison de ponte 2006/2007 quand dans la première moitié de la saison la ponte était presque absente. Cependant, aux mois de mai et juin 2007 les mensurations de poissons des prises commerciales ont montré un grand nombre de jeunes individus mesurant 8–13 cm (65 pour cent sur 1 315 exemplaires de poissons mesurés et 25,6 pour cent, pesés par prise). Les poissons se rapportent au groupe 0 de la génération 2006/2007, ce qui atteste un retard de la ponte de cette génération. Néanmoins, la génération est restée féconde. L'indice d'abondance du groupe 0 a été de 1 240,2 millions d'exemplaires.

Tableau 3: Part de femelles en stade de ponte au cours des saisons de ponte différentes, %

Pourcentage de femelles en ponte	Saison de ponte 2002/2003	Saison de ponte 2006/2007
Juillet	15	1,1
Août	39	0
Septembre		1
Octobre	90	0
Novembre		7,7
Décembre	54	36,3
Janvier	94	20,7

Le coefficient de corrélation entre les indices d'interaction du courant des Canaries et du contrecourant inter-alizés (index de pente de l'équation du trend des écarts de TSE dans la deuxième moitié de l'année) et les données de l'indice d'abondance des générations aux prospections s'est avéré très élevé (0,91) (tableau 4). Il serait encore plus élevé (0,95), s'il y avait l'indice du groupe 0 de la génération 2001/2002. Selon la courbe théorique de mortalité (Zasosov, 1976), cet indice calculé suivant l'indice des individus âgés d'un an, pourrait atteindre 2 320 millions d'exemplaires.

Tableau 4: Valeurs de l'index d'inclinaison de la ligne du trend TSE et des indices d'abondance des générations aux prospections des jeunes poissons (millions d'exemplaires)

Génération	Équation du trend	Index d'inclinaison de la ligne du trend TSE	Indices d'abondance du groupe 0
2001/2002	$y = 0,1571 x - 0,6429$	0,157	1 171,3*
2002/2003	$y = 0,1429 x - 1,3$	0,143	1 777
2003/2004	$y = -0,1679 x + 0,4714$	-0,168	4,6
2004/2005	$y = -0,0679 x + 0,4$	-0,068	141,4
2005/2006	$y = -0,0179 x + 0,0429$	-0,018	316,1
2006/2007	$y = 0,0607 x + 0,4429$	0,061	1 240,2
2007/2008	$y = -0,0571 x - 0,2429$	-0,057	
		R=0,91	

*À cause de l'absence de la prospection en 2002 ici figure l'abondance du groupe 1.

Avec le coefficient de corrélation élevé, le nombre de paires de valeurs suffisant pour l'authenticité du coefficient sélectif de corrélation constitue entre 5 et 8 paires en fonction du seuil de probabilité des prévisions justes (Plokhinsky, 1970). Dans ce cas le seuil de probabilité est de 0,99. L'erreur du coefficient de corrélation a été calculée à l'aide de la formule $m_r = 1 - r^2 / \sqrt{n-1}$. Elle a été de 0,07.

Une assez bonne liaison est révélée entre les indices d'abondance de larves du chinchard obtenues à la prospection des jeunes poissons et les indices d'interaction des courants mentionnés ci-dessus (tableau 5). Le coefficient de corrélation, si on ne prend pas en compte les résultats de la dernière prospection, a atteint R=0,64. En utilisant tout le rang il diminue jusqu'à R=0,38, ce qui confirme les conclusions précédentes relatives à la ponte peu efficace du chinchard durant la première moitié de la saison de ponte 2006/2007 à cause de hautes températures.

Tableau 5: Valeurs de l'index d'inclinaison de la ligne du trend TSE et des indices d'abondance des larves aux prospections de jeunes poissons

Génération	Index d'inclinaison de la ligne du trend TSE	Indices d'abondance des larves à la prospection (ex. * 10 ⁹⁰)
1993/1994	-0,0857	74
1994/1995	0,0964	139
1996/1997	-0,0714	88
1997/1998	-0,0714	36
1998/1999	-0,025	22
2003/2004	-0,168	13
2004/2005	-0,0679	4
2005/2006	-0,018	28
2006/2007	0,0607	7

Lors de comparaison des cartes de répartition des larves pendant les prospections dans les années différentes, on voit qu'au cours des années avec une tendance au refroidissement, le nombre de larves est minimal et elles sont capturées au-delà de l'isobathe de 200 m (figure 4a,b, tableau 5) (Arkhipov, Simonova et Tenitskaya, 2007). En décembre 2005 l'index de pente a été de $-0,018$, c'est-à-dire qu'il y avait une tendance à un léger refroidissement. Les larves étaient donc présentes sur le plateau ainsi qu'au-delà, et les indices d'abondance étaient plus élevés que les années précédentes (figure 5a, tableau 5).

Dans la situation contraire – le renforcement de la branche nord du contrecourant inter-alizés (tendance à l'élévation de température) – les oeufs et les larves se trouvaient dans les limites de l'isobathe de 200 mètres, ce qui atteste l'absence de rejet des larves vers le large, bien que la ponte ait commencé plus tard que d'habitude (figure 5b, tableau 5).

Les résultats indiqués d'une étroite liaison de l'interaction du courant des Canaries et de la branche nord du contrecourant inter-alizés avec l'abondance des générations ont été confirmés lors de l'analyse de la composition d'âge des captures du chinchard des bateaux de pêche russes en 2004-2006 (tableau 6). En 2004 les individus âgés de 2 ans (génération 2001/2002) constituaient 52 pour cent des captures. Ils prédominaient également dans les prises des années suivantes. La génération du chinchard 2002/2003 âgée de 2 ans en 2005 et de 3 ans en 2006 prédominait également dans les prises commerciales, ce qui confirme encore une fois la haute fécondité des générations mentionnées.

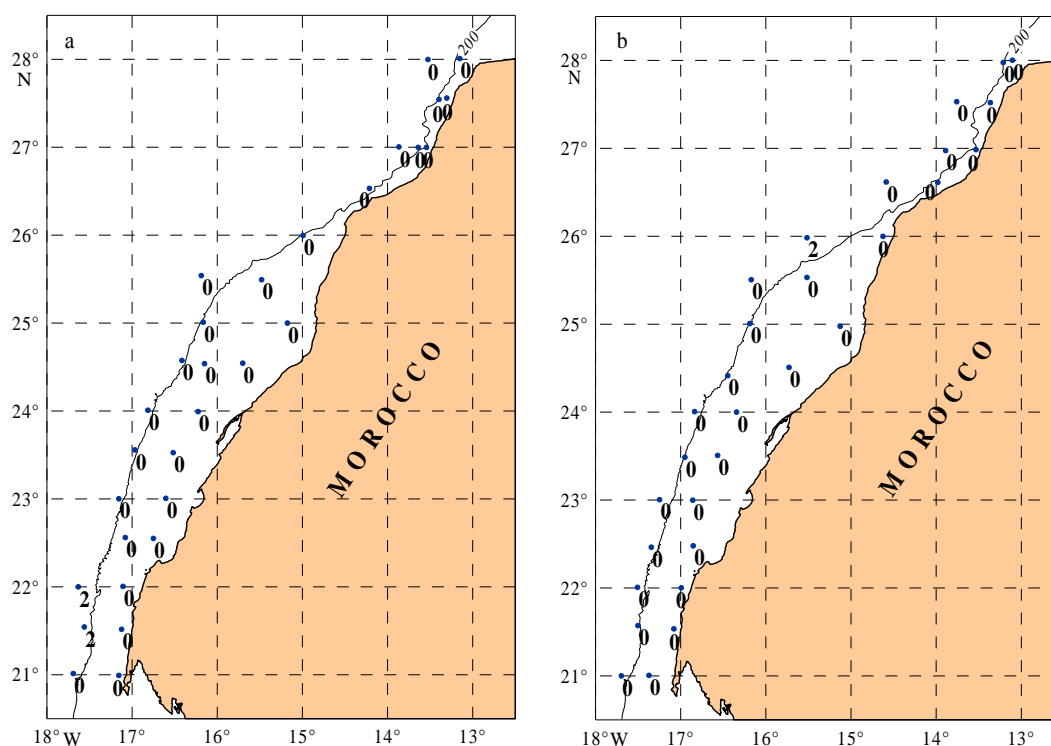


Figure 4: Répartition de larves du chinchard européen des générations 2003/04 à la prospection de jeunes poissons en novembre 2003 (a) et 2004/2005 à la prospection de jeunes poissons en décembre 2004 (b)

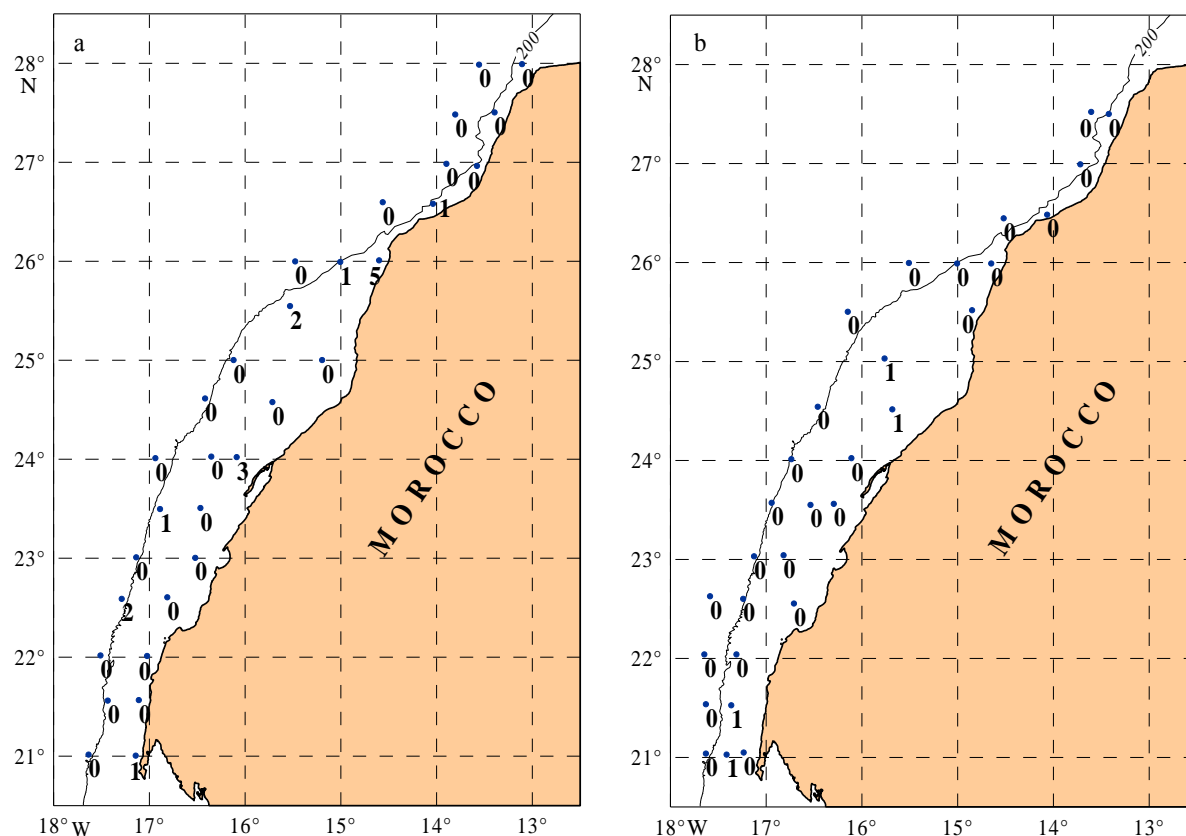


Figure 5: Répartition de larves du chinchard européen des générations 2005/2006 à la prospection de jeunes poissons en décembre 2005 (a) et 2006/2007 à la prospection de jeunes poissons en décembre 2006 (b)

Tableau 6: Composition par âge des prises du chinchard en 2003-2006, %

Age, ans	2003	2004	2005	2006
0		0,1	0,0	0,0
1	0,4	3,4	1,0	2,1
2	4,8	51,9	33,9	15,1
3	13,0	27,2	45,6	42,2
4	19,5	9,6	7,7	31,8
5	21,3	5,1	5,0	5,3
6	21,2	1,8	4,3	2,1
7	10,1	0,6	1,6	1,0
8	6,7	0,2	0,6	0,3
9	1,9	0,0	0,2	0,1
10	0,3	0,0	0,0	0,0
11	0,4	0,0		0,0
Nombre d'exemplaires mesurés	12 482	37 509	48 957	63 809

En même temps, l'analyse de la composition taille-âge à la prospection 2005 atteste une faible abondance des individus âgés d'un an de la génération 2003/2004. Les courbes des variations de répartition des groupes de taille et d'âge à la prospection sont présentées sur la figure 6.

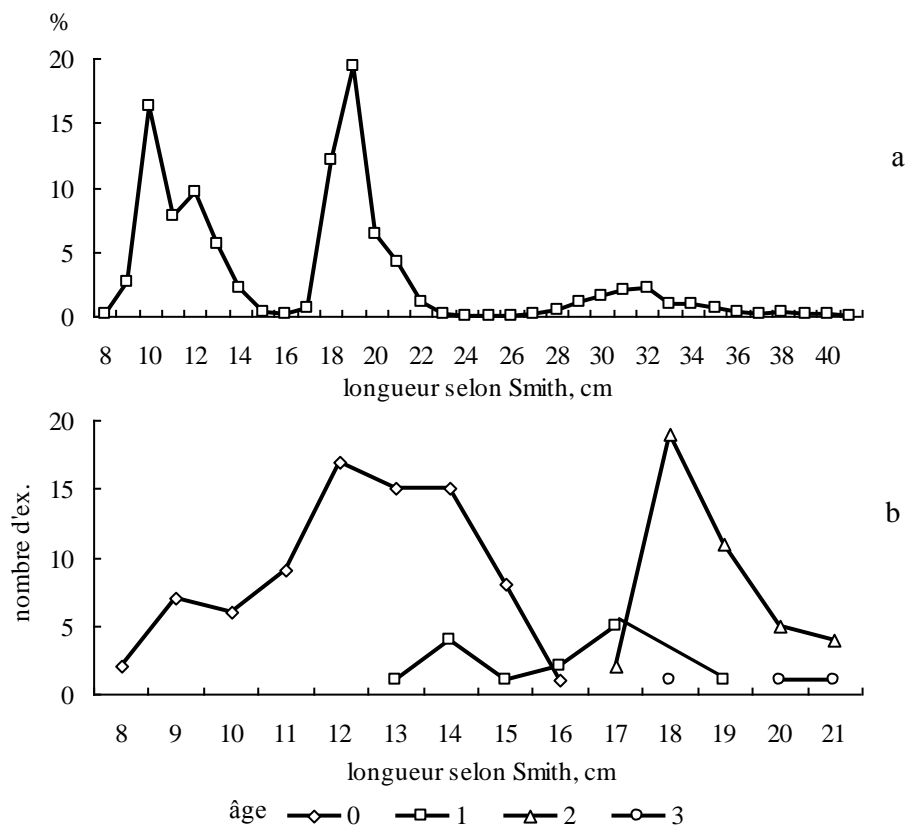


Figure 6: Courbes des variations de répartition de la composition taille-âge du chinchard à la prospection de jeunes poissons en 2005

4. CONCLUSIONS

Une liaison authentique entre les indices d'abondance de six générations du chinchard et l'index d'inclinaison de la ligne du trend des écarts TSE par rapport aux valeurs moyennes de plusieurs années durant la deuxième moitié de l'année permet de déterminer l'abondance du recrutement de l'année terminale et des années de prévision, ce qui augmentera la précision de calcul du stock et de la prise totale admissible du chinchard de la population saharo-mauritanienne.

5. RÉFÉRENCES

- Arkhipov, A.G., Simonova, T.A. & Tenitskaya, I.A.** 2007. Variations saisonnières et interannuelles de la communauté ichtyoplanctonique près des côtes du Sahara marocain. Travaux de la V^e Conférence scientifique internationale «Innovations dans la science et dans l'instruction 2007», partie 1, Kaliningrad; KGTU, 2007.
- Mittelstaedt, E.** 1983. The upwelling area off northwest Africa - a description of phenomena related to coastal upwelling. *Prog. Oceanog.*, vol. 12:307–331.
- Plokhinsky, N.A.** 1970. Biométrie. Edition de l'Université de Moscou, 367 p.
- Sedletskaia, V.A.** 1971. Dynamique de la ponte du chinchard (*Trachurus trachurus*) au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest. *Tr. AtlantNIRO*, 41 :122–130.
- Sedletskaia, V.A.** 1975. Dynamique de maturation du chinchard (*Trachurus trachurus*) dans différentes zones de l'Atlantique centre-est et la répartition des frayères en fonction de la position saisonnière de la zone hydrologiques frontale. *Problèmes de l'ichtyologie*, 15(2): 267–273.

Sedletskaia, V.A. 1985. Conditions de formation de concentrations de ponte et de la survie des oeufs du chinchard (*Trachurus trachurus*, 1758) dans l'Atlantique centre-est. Recherches océanographique et halieutiques complexes dans l'océan Atlantique. *Tr. AtlantNIRO*, Kaliningrad, 50–55.

Zasosov, A.V. 1976. *Dynamique d'abondance de poissons exploités par pêche*. p. 312.

