

## ROLE DE LA TEMPERATURE SUR L'ENTREE EN REPRODUCTION DES FEMELLES DE *PORCELLIO LAEVIS* (CRUSTACE, ISOPODE) ISSUES D'OUED JOUMIN

Chedliya GHEMARI\*, H. KHEMAISSIA, A. AYARI et K. NASRI-AMMAR

Université de Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Unité de recherche de bio-écologie et systématique évolutive (UR11ES11), 2092 Manar II, Tunisie

\*ghemari.chedliya@gmail.com

### ملخص

دور درجات الحرارة في الإنسلاخات التكاثرية لإناث بورسلوليوفيسس (قشريات، متساوية الأرجل) من واد جومين : يختص هذا البحث بدراسة تأثير درجات الحرارة على دخول إناث فصيلة من مستويات الأرجل في فترة الخصوبة الجنسية. في هذا السياق تم إتباع إناث هذه الفصيلة التي ولدت في المخبر منذ دخولها في مرحلة التكاثر إلى بلوغها مرحلة الراحة الجنسية. أظهرت النتائج أن دخول الإناث في فترة خصوبة يعتمد على إرتفاع درجات الحرارة إلى 25 درجة حيث لوحظ أن الإناث تقوم بخمسة إنسلاخات تكاثرية متتالية في حين تقوم بسوى ثلاثة إنسلاخات عند تعرضها إلى درجة أدنى من 15 درجة والتي يكون فيها معدل الإجهاض مرتفع. **الكلمات المفاتيح:** اللإستساخ، درجة الحرارة، الإنسلاخات التكاثرية، بورسلوليو لوفيسس

### RESUME

Des femelles de *Porcellio laevis* nées au laboratoire ont été suivies depuis leur entrée en reproduction jusqu'à leur repos sexuel. Les résultats obtenus ont montré que le déclenchement de la reproduction dépend de la température puisque les femelles maintenues sous 25°C parviennent à effectuer 5 mues parturielles successives tandis que celles maintenues sous 15°C n'en effectuent que 3. Par ailleurs, le délai d'entrée en reproduction est significativement plus court à mesure que la température augmente. De plus, le taux d'avortement le plus élevé a été observé lorsque les femelles ont été maintenues sous une température égale à 15°C.

**Mots clés :** *Porcellio laevis*, reproduction, température, mue parturielle.

### ABSTRACT

**Role of the temperature on the onset of reproduction of *Porcellio laevis* females (Crustacea, Isopoda) issued from Oued Joumin :** *Porcellio laevis* females born in the laboratory have been followed since their parturition until their sexual rest. The obtained results showed that the onset of reproduction depends on the temperature since the females kept under 25 ° C perform up to 5 successive parturial moults while those maintained under 15 ° C performed only 3 parturial moults. Thus, the duration of the lag-time was correlated with the increase of the temperature and was significantly shorter. In addition, the highest oosorption rate was observed when females were kept under a temperature of 15 ° C.

**Keywords:** *Porcellio laevis*, reproduction, temperature, parturial moult.

### INTRODUCTION

Il a été démontré chez les espèces d'Oniscoïdes vivant dans les régions à moyennes et hautes latitudes que les conditions environnementales locales influent sur la phénologie de la reproduction (Souty-Grosset *et al.*, 1988 ; Bouchon, 1990). La plupart des femelles d'Oniscoïdes entrent en reproduction au printemps et c'est en automne que la majorité des femelles entre en repos sexuel. Il a été démontré que ce caractère saisonnier de la reproduction est sous l'influence des variations des facteurs environnementaux principalement la longueur du jour (Mocquard *et al.*, 1980; McQueen et Steel, 1980 ; Ghemari *et al.*, 2017), la température (Mocquard *et al.*, 1989) ou encore la latitude (Souty-Grosset *et al.*, 1988). De plus, il est à noter que l'activité reproductrice chez

*Porcellio scaber* (Wieser, 1963) et chez *Porcellio dilatatus* (Mocquard *et al.*, 1976, 1978) au niveau populationnel est déterminée par les stimuli photopériodiques dont les variations induisent une alternance de périodes favorables et défavorables pour la reproduction.

Des travaux antérieurs ont montré que l'augmentation de la température et l'allongement de la photophase accélèrent l'entrée en reproduction et induisent une augmentation de la durée de la période de reproduction ; inversement, les jours courts retardent l'entrée en reproduction et induisent le repos sexuel (McQueen et Steel, 1980 ; Ghemari *et al.*, 2017b).

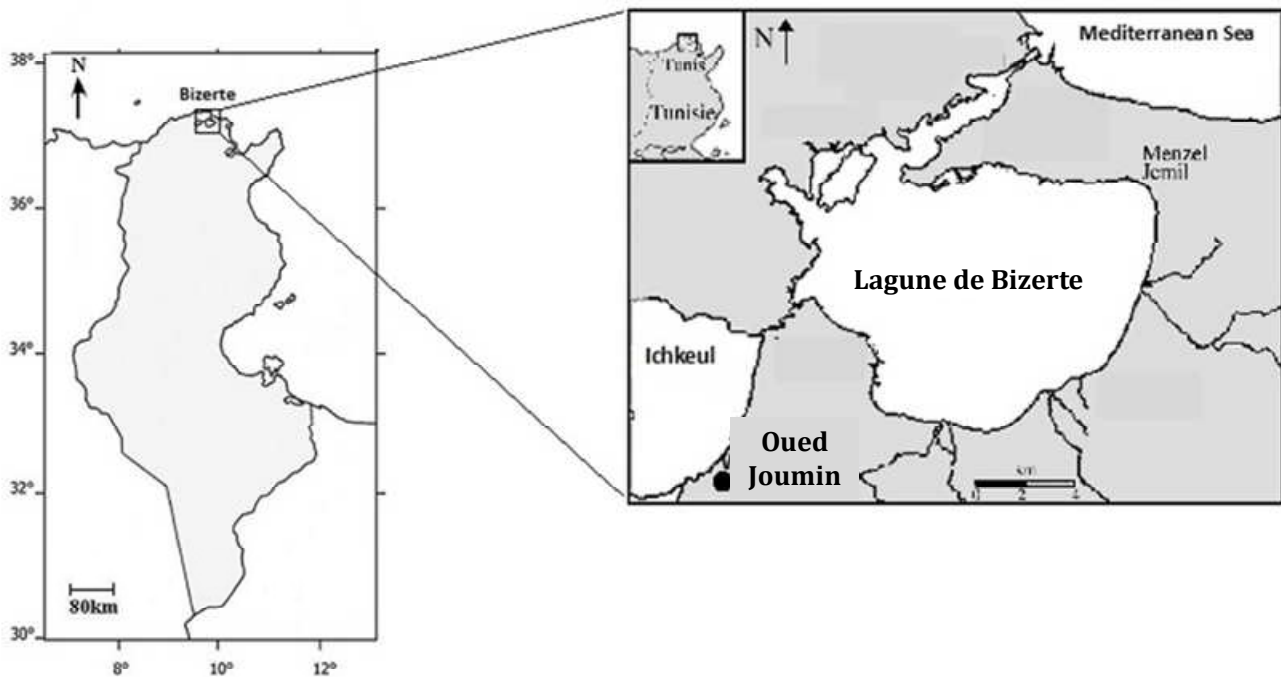
Face aux variations annuelles des conditions photopériodiques et thermiques les caractéristiques de la reproduction, telles que la date d'entrée en reproduction et la durée de cette dernière, de la

plupart des Oniscoïdes varient (Sutton *et al.*, 1984). Par exemple, Mocquard *et al.* (1989) ont montré que l'allongement de la durée de la photophase ainsi que l'augmentation de la température stimulent l'entrée en reproduction des femelles d'*Armadillidium vulgare* et permettent l'allongement de la durée de la période de reproduction. Cependant chez certains Oniscoïdes comme l'espèce semi désertique, *Hemilepistus reaumurii*, la reproduction dépendrait uniquement de la température (Nasri *et al.*, 1996). Il a été démontré chez cette espèce que les individus placés sous une température de 15°C entrent en état de quiescence, avec un arrêt de la croissance et de la reproduction (Nasri, 1993). Cet arrêt est dû au maintien de ces derniers à leur zéro-biologique défini comme étant la température la plus basse à laquelle l'organisme pourrait accomplir certaines de ses fonctions telles la reproduction ou encore la croissance (Sacchi et Testard, 1971). Chez *P. dilatatus*, une température inférieure à 10°C provoquerait une aneudysis (Mocquard *et al.*, 1978).

Dans son milieu naturel, le suivi d'une population naturelle de *Porcellio laevis* issue d'Oued Joumin a montré que la reproduction chez cette espèce coïncidait avec l'augmentation de la température et l'allongement de la photopériode (Ghemari *et al.*, 2016). Ces résultats ont été confirmés expérimentalement en se focalisant sur le rôle de deux facteurs à savoir la photopériode et la présence du mâle sur l'entrée en reproduction (Ghemari *et al.*, 2017b) Partant de ce constat, nous nous proposons dans la présente étude d'analyser les caractéristiques de la reproduction des femelles de *P. laevis* sous trois températures différentes.

## MATERIEL ET METHODES

Des femelles ovigères de *P. laevis* ont été collectées à la main au niveau des berges d'Oued Joumin (Nord de Tunis) dans la région de Bizerte précisément à l'entrée de la réserve naturelle Ichkeul (37° 0' 37" N, 009° 41' 21" E ; Fig.1).



**Figure 1:** Site de collecte  
● : Géolocalisation du site de collecte : Oued Joumin

Ramenées au laboratoire, elles ont été maintenues sous une photopériode naturelle jusqu'à leur mise-bas. Les pulli ont été suivis jusqu'à leur différenciation sexuelle où les femelles ont été isolées individuellement. Ainsi les femelles faisant l'objet de cette étude sont vierges, sexuellement matures et âgées de 7 à 8 mois. Afin d'évaluer le rôle de la température sur l'entrée en reproduction des femelles de *P. laevis*, 3 séries expérimentales ont été effectuées. Trois températures différentes ont été testées à savoir 15°C, 20°C et 25°C. Toutes les séries

ont été placées dans des enceintes climatiques programmables sous une photopériode de type jour long, LD 16 :8.

Pour chaque série, 25 femelles vierges et 25 mâles ont été maintenus dans des boîtes en plastique (6,5 × 6,5 cm) contenant du sol humidifié et des rondelles de carotte. La mise en expérience a démarré le 21 décembre 2013 coïncidant avec le solstice d'hiver. Les femelles sont régulièrement observées à l'aide d'un stéréo-microscope (Leica MS5) pour le suivi de leur état physiologique: (i) Mue Normale (MN) qui se

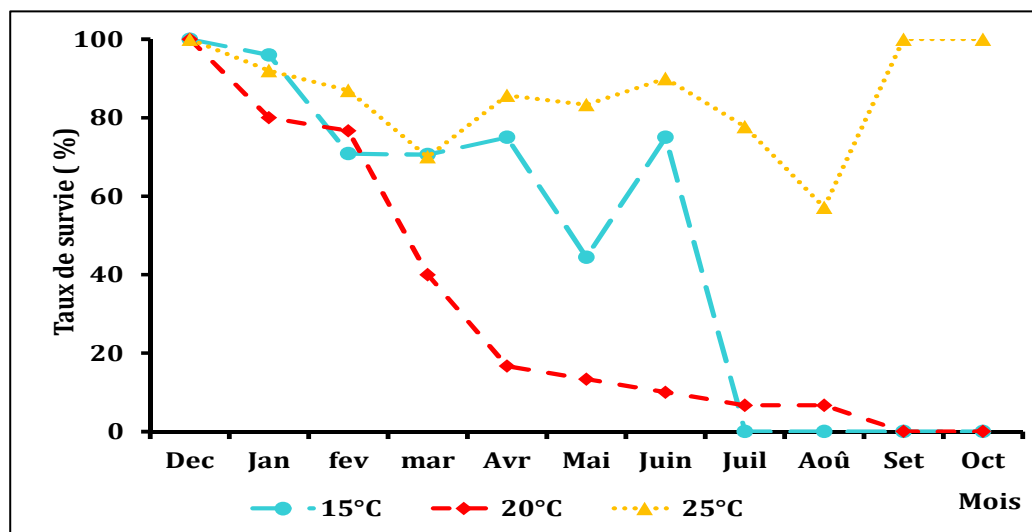
caractérise par l'absence de poche incubatrice ou marsupium ou (ii) Mue Parturielle (MP) qui se caractérise par l'apparition de la poche incubatrice où les œufs sont incubés.

À la fin des expériences, nous avons calculé: (i) le délai d'entrée en reproduction (DER) qui est le temps écoulé entre le début de l'expérience et l'apparition de la première MP; (ii) la durée de la période de reproduction (DPR) définie comme la période qui s'écoule entre la première et la dernière mue parturielle effectuée par les femelles avant d'entrer en repos sexuel; (iii) la période de gestation définie comme étant l'intervalle de temps entre la première mue parturielle (MP) et la mise-bas. D'autres paramètres tels que le taux de survie, le taux de femelles ayant effectué des mues parturielles ainsi que le taux d'avortement ont été calculés.

Les pourcentages et les paramètres calculés ont été testés statistiquement moyennant le logiciel *Xlstat* (version 6.04, 2012).

## RESULTATS

La figure 2 montre les fluctuations mensuelles des taux de survie des femelles en fonction de la température. Contrairement aux femelles maintenues sous 25°C, on remarque qu'à partir du mois de mars où débute la reproduction, le taux de survie diminue chez celles maintenues sous 15°C jusqu'à s'annuler à partir du mois de juillet (Fig.2). La comparaison du taux de survie entre les 3 séries expérimentales a montré une différence hautement significative ( $F=7,98$  ;  $ddl=2$  ;  $p=0,002$ ).



**Figure 2 :** Variation mensuelle du taux de survie des femelles en fonction de la température sous photophase constante (LD 16:8)

D'après nos résultats, le délai d'entrée en reproduction (DER) varie en fonction de la température. En effet, soumises à une photopériode stimulante de type jour long (LD 16:8) et à une température de 25°C, les femelles entrent en reproduction plus précocement que celles maintenues à 20 et à 15°C ; ce DER est respectivement égal à  $47,76 \pm 5,66$  ;  $50,27 \pm 5,56$  et  $66,31 \pm 7,51$  jours (Tableau I). L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives ( $F=48,09$  ;  $ddl=2$  ;  $p<0,0001$ ). De même, le test de Tukey a montré des différences entre les séries 15°C et 20°C et les séries 15°C et 25°C ( $p<0,0001$ ).

Par ailleurs, nous avons montré que quelle que soit la température (15, 20 ou 25°C), les femelles sont capables de réaliser leur première mue parturielle (MP<sub>1</sub>). Cependant le pourcentage de ces mues parturielles varie en fonction de la température (Tableau 1). Tandis que les femelles sous 25°C effectuent 5 mues parturielles successives, celles

placées à 15°C n'ont été capables d'en effectuer que 3. L'analyse statistique des pourcentages de MP entre les 3 séries expérimentales a montré des différences significatives concernant la MP<sub>1</sub> ( $p=0,012$ ), la MP<sub>3</sub> ( $p=0,001$ ) et la MP<sub>4</sub> ( $p=0,046$ ) alors qu'aucune différence n'a été observée pour la MP<sub>2</sub> ( $p=0,159$ ).

Sous une photophase de 16h, le calcul des durées des intermues parturielles, a montré que sous 15°C, les durées sont largement allongées avec un intermue parturiel égal à  $91 \pm 3,5$  jours soit deux fois plus long que celui des femelles soumises à 20°C ( $37,8 \pm 5,90$  jours) et environ 4 fois plus long que celui des femelles soumises à 25°C ( $24,88 \pm 3,68$  jours). Les différences observées entre les 3 séries expérimentales sont hautement significatives ( $F=53,49$  ;  $ddl=2$  ;  $p<0,0001$ ). De même la

**Tableau I :** Rôle de la température sur les l'entrée en reproduction des femelles de *P. laevis* sous une photopériode constante LD 16:8.

(**N**): effectif, **DER** : délai d'entrée en reproduction en jours, **IP**: intermue parturiel calculé entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> MP, **DPR** : durée de la période de la reproduction en jours et taux de femelles (%) ayant effectuées des mues parturielles, **MP** : Mue parturielle (les indices 1 à 5 correspondent aux différentes mues successives accomplies par les femelles).

Température	DER ± et	Durée de la gestation ± et	IP ± et	Taux d'avortement (%)	DPR ± et	MP <sub>1</sub> %	MP <sub>2</sub> %	MP <sub>3</sub> %	MP <sub>4</sub> %	MP <sub>5</sub> %
15°C	66,31 ± 7,51 (19)	50,55 ± 3,08 (9)	91 ± 3,5(8)	57,14 (8)	-	76 (9)	72,7(8)	60(3)		
20°C	50,27 ± 5,56 (24)	25,84 ± 7,22 (13)	37,8 ± 5,9(8)	36,36 (8)	163,66 ± 4,04 (4)	100 (24)	100 (12)	80 (4)	50 (2)	
25°C	47,76 ± 5,66 (17)	23,91 ± 3,6 (12)	24,88±3,68(9)	20 (2)	176,7 ± 3,5 (4)	68 (17)	76,92 (10)	100 (10)	90(9)	44,4 (4)
<i>p-value</i> ( $\chi^2$ /Anova)	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,066	0,346	0,012*	0,159	0,001**	0,046*	

Différences significatives \*  $p \leq 0,05$  et hautement significatives \*\*  $p \leq 0,01$

comparaison multiple a montré des différences entre les séries: entre 15°C et 25°C ; 15°C et 20°C ; 20°C et 25°C ( $p < 0,0001$ ).

En outre, la durée de gestation est d'autant plus étendue à mesure que la température diminue (**Tableau 1**). Elle est deux fois plus étendue chez celles maintenues à 15°C ( $50,55 \pm 3,08$  jours) que chez les femelles placées à 25°C ( $25,84 \pm 7,22$  jours) (**Tableau 1**). La comparaison entre les 3 séries a montré une différence hautement significative ( $F=72,44$  ;  $ddl=2$  ;  $p < 0,0001$ ). Le test de Tukey a révélé des différences entre les séries 15°C et 25°C d'une part et 15°C et 20°C d'autre part ( $F=72,44$  ;  $ddl=2$  ;  $p < 0,0001$ ).

Par ailleurs, certaines femelles suivies au laboratoire n'ont pas pu mettre bas leurs pulli ; soit parce que les œufs n'ont pas été fécondés, soit en raison d'une résorption des œufs au sein du marsupium. Le calcul du taux d'avortement des femelles sous les 3 températures a montré que le taux le plus élevé (57,14%) est obtenu chez celles maintenues à 15°C tandis que le taux le plus faible (20%) a été observé chez celles maintenues à 25°C (**Tableau 1**). Cependant, l'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative entre les 3 séries expérimentales ( $\chi^2 = 5,445$  ;  $ddl=2$  ;  $p=0,066$ ).

Compte tenu de la forte mortalité observée chez les femelles maintenues sous 15°C, la DPR n'a pas été calculée. Cependant, pour celles maintenues à 20 et à 25°C ; la DPR est égale à  $163,66 \pm 4,04$  jours et à  $176,7 \pm 3,5$  jours respectivement. Ces femelles qui entrent donc en reproduction plus tôt que celles placées à 15°C ont une période de reproduction plus étendue. L'analyse statistique n'a pas montré de différences significatives des DPR entre les 3 séries expérimentales.

## DISCUSSION

Le rôle de la température sur les caractéristiques de la reproduction des femelles de *P. laevis* sous conditions contrôlées a été mis en évidence dans la présente étude. Sous une photophase constante, les résultats obtenus ont montré que quelle que soit la température, les femelles sont capables d'effectuer leur 1<sup>ère</sup> mue parturielle. Les femelles soumises à 25°C ont pu réaliser 5 mues parturielles successives contrairement à celles soumises à 15°C qui n'ont réalisé que 3 mues parturielles. En augmentant la température de 5°C d'une série à une autre, l'entrée en reproduction est d'autant plus précoce.

Concernant la durée de la période de gestation, nous avons obtenu la période la plus longue chez les femelles soumises à 15°C ( $50,55 \pm 3,08$  jours) suivies par celles soumises sous 20°C ( $25,84 \pm 7,22$  jours) et 25°C ( $23,91 \pm 3,6$  jours). Chez l'espèce *Armadillidium pelagicum*, Hamaïed et al. (2004) ont

montré que sous des températures printanières allant de 16°C à 21°C, la durée de la gestation est égale à  $34,9 \pm 6,2$  jours ; celle-ci diminue à  $18,4 \pm 3,8$  jours lorsque la température augmente durant l'été et varie de 21°C à 32°C. Chez les femelles de *Porcellionides pruinosus*, la durée de la gestation varie de 16 à 26 jours sous 25°C et 20°C respectivement (Juchault et al., 1985). De même chez l'espèce xérique *Hemilepistus reaumurii*, l'entrée en reproduction dépend de la température, en effet un état de quiescence inhibant le cycle de mue est observé sous une température de 15°C (Nasri et al., 1996). Hornung et Warburg (1993) ont rapporté qu'un arrêt de la reproduction observé chez *P. ficulneus* est déclenché si la température est en dessous de 14,7°C. Par ailleurs, le taux d'avortement le plus élevé (57,14%) chez *P. laevis* a été obtenu à 15°C. Ces avortements sont probablement en rapport avec l'absence des conditions optimales et favorables permettant la survie des pulli. Ces résultats confirment ceux de Habassi et Nasri-Ammar (2016) qui ont montré que le taux d'avortement le plus élevé est observé chez les femelles de *P. laevis* maintenues à 15°C. Ainsi, cette température constituerait un défi pour les femelles au-dessous de laquelle le maintien en reproduction et la survie des descendants n'est plus possible. Cependant une température de 20°C est considérée comme la plus stimulante sous LD16:8 alors qu'une température de 25°C est celle où un succès reproducteur optimal des femelles a été observé. Sous cette température, les femelles ont été capables de réaliser jusqu'à 5 mues parturielles successives montrant ainsi la DPR la plus longue. Ainsi, sous basses températures, il existerait un compromis entre préserver leur énergie pour garantir un succès reproducteur lorsque les conditions environnementales seraient plus appropriées d'une part, et assurer la survie de leurs descendants d'autre part.

## Remerciements

Ce travail a été financé par l'Unité de Recherche de Bio-écologie et Systématique Evolutive (UR11ES11), Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bouchon D. 1990. Intraspecific variability of the sexual rest related to geographical origin in *Armadillidium vulgare* Latr. (Crustacea, Oniscoidea): implications on population dynamics. The biology of terrestrial isopods (Juchault P, Mocquard J-P, eds). Poitiers : Université de Poitiers, 41-48.
- Ghemari C, Bouslama MF, Ayari A, Nasri-Ammar K. 2016. Population structure and dynamics of

- Porcellio laevis* (Latreille, 1804) in Northern Tunisia. *Vie & milieu*, (66) 2 : 209-218.
- Ghemari C, Ayari A, Khemaissia H, Nasri-Ammar K. 2017. Effects of photoperiod and male presence on the onset of reproduction of *Porcellio laevis* Latreille, 1804 (Oniscidea) *Biologia*, (72/12): 1480-1485. doi: 10.1515/biolog-2017-0168.
- Habassi A. 2016. Effets de la température et de la photopériode sur l'entrée en repos sexuel chez l'Oniscoïde *Porcellio laevis*. Mastère-Université de Tunis, 106p.
- Habassi A, Nasri-Ammar K. 2016. Effets de la température et de la photopériode sur l'arrêt de la reproduction chez l'Oniscoïde *Porcellio laevis* (Latreille, 18004) provenant des berges de la lagune de Ghar El Melh. *Bulletin de l'Institut National des Sciences de la Mer (INSTM salammbô) Numéro spécial (19): Actes des seizièmes journées des Sciences de la Mer. Zarzis (Tunisie), 19-23 Decembre*, 37-42.
- Hamaïed S, Nasri-Ammar K, Charfi-Cheikhrouha F. 2004. Phénologie de la reproduction d'une population naturelle d'*Armadillidium pelagicum* Arcangeli, 1955 (Isopoda, Oniscidea). *Comptes rendus de l'académie des sciences de Paris*, (327): 335-342.
- Hornung E, Warburg MR. 1993. Breeding patterns in the oniscid isopod, *Porcellio ficulneus* verh., at high temperature and under different photophases. *Invertebrate reproduction and Development*, 23(2-3): 151-158.
- Juchault P, Mocquard JP, Kouigan S. 1985. Etude expérimentale de l'influence des facteurs externes (température et photopériode) sur le cycle de reproduction du crustacé Oniscoïdes *Porcellionides pruinosus* (Brandt) provenant de populations Africaine (Togo) et européenne (France). *Crustaceana*, (48): 307-315.
- Mc Queen DJ, CGH Steel. 1980. The role of photoperiod and temperature in the initiation of reproduction in the terrestrial isopod *Oniscus asellus* Linnaeus. *Canadian Journal of Zoology*, (58): 235-240.
- Mocquard JP, Besss G, Juchault P, Legrand JJ, Maissiat J, Martin G, Picaud JL. 1976. Durée de la période de reproduction chez les femelles de l'Oniscoïde *Porcellio dilatatus* Brandt suivant les conditions d'élevage: Température, Photopériode et groupement. *Vie & Milieu*, (26): 51-76.
- Mocquard JP, Besse G, Juchault P, Legrand JJ, Maissiat J, Martin G, Picaud JL. 1978. Action de la température et de la photopériode sur l'induction des mues parturielles des femelles de *Porcellio dilatatus* Brandt (crustacé, isopode, oniscoïde). *Archive de Zoologie Expérimental et Génétique*, (119) : 409-432.
- Mocquard JP, Pavese A, Juchault P. 1980. Déterminisme de la reproduction saisonnière des femelles d'*Armadillidium vulgare* Latr. (Crustacé, Isopode, Oniscoïde). I. Action de la température et de la photopériode. *Annuaire des Sciences Naturelles et de Zoologie de Paris*, 14 (2): 91-97.
- Mocquard JP, Juchault P, Souty-Grosset C. 1989. The role of environmental factors (temperature and photoperiod) in the reproduction of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804). *Monitore Zoologico Italiano*, (4): 455-475.
- Nasri K. 1993. Cycles saisonniers de la reproduction chez les Crustacés Isopodes terrestres: Etude expérimentale des modalités de la réponse photopériodique chez *Hemilepistus reaumuri* (Audouin et Savigny) et *Armadillidium Vulgare* Latreille. Thèse de doctorat-Université de Poitiers, 117p.
- Nasri K, Juchault P, Mocquard JP, Souty-Grosset C. 1996. Reproduction saisonnière chez *Hemilepistus reaumurii* (Audouin & Savigny, 1826), Isopode Terrestre des zones semi-arides. *Crustaceana*, (69): 223-235.
- Sacchi CF, Testard P. 1971. Ecologie Animale. Organismes et milieu. Ed. Doin.
- Souty-Grosset C, Chentoufi A, Mocquard JP, Juchault P. 1988. Seasonal reproduction in the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille): Geographical variability and genetic control of the response to photoperiod and temperature. *Invertebrate Reproduction and Development*, (14): 131-151.
- Sutton SL, Hassall M, Willows R, Davis RC, Grundy A, Sunderland KD. 1984. Life histories Isopods: a study of intra and interspecific variation. In: Sutton SL, Holdish DM (Eds) The biology of Terrestrial Isopods. *Symposia of Zoological Society of London*, (53): 269-294.
- Wieser W. 1963. Die Bedeutung der Tageslange für das Einsetzen der Fortpflanzungsperiode bei *Porcellio scaber* Latr. (Isopoda). *Zeitschrift für Naturforschung 'A journal of Biosciences'* (18): 1090-1092.