

Relations entre les générations annuelles de *Lymnaea truncatula* (Mollusca Gastropoda : Lymnaeidae), l'altitude et la nature de ses habitats dans le centre du Maroc

° & °° M.D. GOUMGHAR, °° P. VIGNOLES, °°° D. RONDELAUD, °° G. DREYFUSS et ° M. BENLEMLIH

° Faculté des Sciences, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, B.P. n° 1796, 30 000 Fès-Atlas, Maroc

°° Faculté de Pharmacie, 2, rue du Docteur Raymond Marcland, F-87025 Limoges Cedex

°°° Faculté de Médecine, 2, rue du Docteur Raymond Marcland, F-87025 Limoges Cedex

Envoi de la correspondance : Dr. D. Rondelaud, Faculté de Médecine, F-87025 Limoges Cedex

RÉSUMÉ

Des investigations bimensuelles ont été réalisées en 1997 dans la vallée de l'Oued Aïn Chkef (région de Fès, Maroc central) et dans celle de l'Oued Zerrouka (région d'Ifrane) pour suivre les générations annuelles de *Lymnaea truncatula* dans quatre habitats différant par leur altitude (465 ou 1630 m respectivement) et par leur nature (berges d'oued ou zones marécageuses). La densité de *L. truncatula* et celle des pontes présentent deux pics au cours de l'année : le premier se situe en hiver ou au début du printemps, et le second en automne. La hauteur des mollusques présente aussi des variations et les moyennes les plus faibles se rencontrent sur deux périodes : la première au printemps (trois stations) ou à la fin du mois d'août (zone marécageuse de l'Oued Zerrouka), la seconde à la fin novembre ou au début décembre. La nature de l'habitat a un effet significatif sur la densité des mollusques, celle des pontes et la hauteur des coquilles, car les moyennes sont plus élevées dans les zones marécageuses. L'altitude a un effet significatif sur la densité des limnées, en limitant celle-ci dans la vallée de l'Oued Zerrouka. Malgré des variations dans les dates, les quatre populations de *L. truncatula* présentent deux générations annuelles, avec des pontes hivernales plus importantes en nombre que les pontes automnales.

MOTS-CLÉS : altitude - générations annuelles - *Lymnaea truncatula* - Maroc.

SUMMARY

Relationships between the annual generations of the snail *Lymnaea truncatula* (Mollusca Gastropoda : Lymnaeidae), altitude, and the type of its habitats in central Morocco. By M.D. GOUMGHAR, P. VIGNOLES, D. RONDELAUD, G. DREYFUSS and M. BENLEMLIH.

Bimonthly investigations were performed over a year in the valley of Oued Aïn Chkef (district of Fès, central Morocco) and in that of Oued Zerrouka (district of Ifrane) to study (the annual generations of *Lymnaea truncatula* in four habitats differing in their altitude (465 or 1630 m, respectively) and their type (banks of river or swampy zones). Two peaks in the density of *L. truncatula* and in that of egg-deposits were noted : the first took place in winter or at the beginning of spring, and the second peak was in autumn. Numerical fluctuations in the height of snails were also found and the lowest mean values were recorded during two periods : the first stretched over spring (3 sites) or at the end of August (swampy zone in the valley of Oued Zerrouka), while the second period was at the end of November or at early December. The type of snail habitat had a significant effect on the densities of *L. truncatula*, those of egg-deposits, and the heights of snails, as they were higher in swampy areas. A significant effect between altitude and snail densities was also noted, as snail numbers were lower in the valley of Oued Zerrouka. Despite some variations in the dates, two annual generations were found in the four populations of *L. truncatula* studied and winter egg-deposits were more numerous than autumnal ones.

KEY-WORDS : altitude - annual generations - *Lymnaea truncatula* - Morocco.

Introduction

Le mollusque *Lymnaea truncatula* (O.F. Müller, 1774) est connu depuis longtemps pour être l'hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) [6]. La biologie de cette limnée conditionne celle des larves du Digène. C'est ainsi que le nombre de générations annuelles détermine celui des cycles parasitaires que l'on peut rencontrer dans une population donnée de *L. truncatula*. Dans l'Europe de l'ouest, l'espèce présente une, deux ou trois générations annuelles [23]. Si les colonies vivant au-dessus de 2000 m d'altitude n'ont qu'une seule génération annuelle, les populations de plaine

ont le plus souvent deux générations, l'une transhivernante, l'autre qui naît au printemps et subit l'estivation. Au cours des années où l'hiver est clément, une troisième génération peut s'intercaler entre les deux précédentes.

La succession des générations annuelles n'est cependant pas aussi simple qu'il ne le paraît et des inconnues persistent encore sur ce point. Le schéma à une seule génération annuelle a été noté dans une population à 600 m d'altitude [19]. Dans le Jura et les Alpes, de MASSIAS *et al.* [12] n'observent qu'une seule génération dans toutes les populations à 2400 m d'altitude; par contre, à 1000 m, ces auteurs notent une seule génération annuelle dans l'un des élevages et deux

générations dans le reste des fermes prospectées. Sur les berges de deux rivières circulant en plaine, DREYFUSS *et al.* [1] décrivent galement une seule génération annuelle pour *L. truncatula*. Devant cette variabilité, on peut se demander si l'altitude d'une part, la nature de l'habitat (prairie marécageuse ou berge de rivière) d'autre part n'auraient pas une influence sur le nombre de générations annuelles du mollusque et ses caractéristiques. Pour répondre à cette hypothèse, des investigations de terrain ont été réalisées en 1997 dans un autre pays, le Maroc, en s'adressant à des populations de limnées vivant pour les deux premières à 460 m d'altitude et à deux autres localisées en altitude, à plus de 1600 m.

Matériel et méthodes

Les quatre populations de *L. truncatula* ont été choisies dans le Maroc central en fonction des investigations malacologiques que GOUNGHAR [4] et GOUNGHAR *et al.* [5] ont réalisées dans les régions de Fès et d'Ifrane. Les deux premières colonies vivent à 1630 m d'altitude, sur les berges de l'Oued Zerrouka (région d'Ifrane : Fig. 1) ou dans une prairie marécageuse située le long de ce cours d'eau. Les deux autres populations vivent sur les berges de l'Oued Aïn Chkef (région de Fès : Fig. 1) et dans une zone marécageuse proche (altitude, 465 m). Aucun autre Gastéropode aquatique n'a été rencontré dans ces habitats. La distance séparant les populations de plaine de celles vivant en altitude est de 60 km.

Le sous-sol est constitué par des roches calcaires. Malgré quelques variations dans le niveau de l'eau au cours de l'année, celle-ci circule en permanence dans les deux oueds. Par contre, l'eau est stagnante en août et en septembre dans la prairie située près de l'Oued Zerrouka alors qu'elle disparaît dans la zone marécageuse d'Aïn Chkef en août, septembre et octobre. Dans les deux oueds, l'eau est eucalcique, avec une teneur en ions calcium dissous comprise entre 58 et 75 mg/l et un pH variant de 7,5 à 8 [4].

Dans la région d'Ifrane, le climat est de type méditerranéen montagnard. La pluviométrie moyenne annuelle est de 988 mm, avec des valeurs minimales en juillet et septembre (9 à 11 mm en moyenne pour chaque mois). La température moyenne mensuelle augmente de 5,5° C (en janvier) à 27,7° C (en août) et diminue par la suite de manière progressive. Par contre, la région de Fès est soumise à un climat semi-aride. La pluviométrie moyenne annuelle n'est que de 534 mm, avec seulement 1,5 mm en juillet et 1,5 mm en août. La température moyenne mensuelle s'accroît de 10,5° C (en janvier) à 25,8° C (en août) et diminue par la suite.

Des investigations bimensuelles ont été réalisées en 1997 dans les quatre sites retenus pour cette étude. Cette opération a été faite sur toute l'année, à l'exception des périodes d'assèchement estival (zone marécageuse de Fès) et de celles où la neige recouvre les sites (région d'Ifrane). Trois quadrats de 1 m² chacun ont été choisis au hasard pour chaque population et chaque date de relevé. Les mollusques trouvés sur ces zones et les pontes, lorsqu'elles sont présentes, sont décomptés. Cent mollusques sont ensuite choisis au hasard dans la station et la hauteur de leur coquille est mesurée au palmer. Après chaque prospection, les mollusques sont remis sur place.

Les paramètres étudiés sont la densité des mollusques par mètre carré d'habitat, celle des pontes correspondantes, la hauteur de cent mollusques et le pourcentage des juvéniles mesurant 2,1 à 3 mm de hauteur. Des moyennes, accompagnées de leurs écarts types, sont établies pour les trois premiers paramètres en tenant compte de la station d'étude et de la date des relevés. L'analyse de variance à deux ou à trois facteurs [22] a été utilisée pour établir les niveaux de signification statistique.

Résultats

DENSITÉ DES MOLLUSQUES ET DES PONTES

Les deux populations situées dans la vallée de l'Oued Aïn Chkef (Fig. 2) présentent la même évolution numérique au cours de l'année bien que la densité des limnées soit supérieure dans la zone marécageuse. Celle-ci s'accroît à partir de la fin décembre pour être maximale à la fin février. On assiste ensuite à une diminution progressive des valeurs moyennes jusqu'au début septembre. Un deuxième pic, d'amplitude plus faible, peut être noté à la fin septembre. Dans le cas de l'Oued Zerrouka, l'évolution de la densité au cours de l'année n'est pas la même dans les deux types d'habitat. Sur les berges de l'oued, on note un accroissement progressif des moyennes depuis février jusqu'au début de mai, suivi d'une chute importante des valeurs à la fin du même mois. La densité des limnées est faible dans ce site de juin à septembre. Un deuxième pic plus faible peut être noté au début octobre. Dans la zone marécageuse, le premier pic s'observe à la fin février et l'on note ensuite une diminution progressive des moyennes jusqu'à la fin septembre. Comme sur les berges, un deuxième pic s'observe au début d'octobre. Le facteur altitude a une influence significative ($F = 6,43$, $P < 5\%$) sur la densité des limnées en limitant celle-ci dans la vallée de l'Oued Zerrouka. Le facteur habitat a aussi un effet significatif ($F = 13,35$, $P < 0,1\%$) sur ces densités car elles sont plus élevées dans les zones marécageuses.

Deux périodes de pontes (Fig. 3) peuvent être notées dans les quatre habitats mais leurs caractéristiques diffèrent selon le site. La première période est la plus importante. Elle débute à la fin janvier sur les berges de l'Oued Aïn Chkef et se termine au début de mars alors que dans les trois autres stations, les pontes sont déposées de février jusqu'en avril. Les densités maximales de pontes ont été trouvées au début de février sur les berges de l'Oued Aïn Chkef, au début de mars dans les deux zones marécageuses et à la fin mars sur les berges de l'Oued Zerrouka. La deuxième période s'observe de la fin août jusqu'au début d'octobre sur les berges de l'Oued Aïn Chkef et de la fin octobre jusqu'en novembre dans les autres stations. Les moyennes y sont assez faibles. Le facteur altitude n'a pas d'effet significatif sur ce paramètre alors que le facteur habitat a une influence significative ($F = 6,47$, $P < 5\%$), avec des pontes plus nombreuses dans les zones marécageuses.

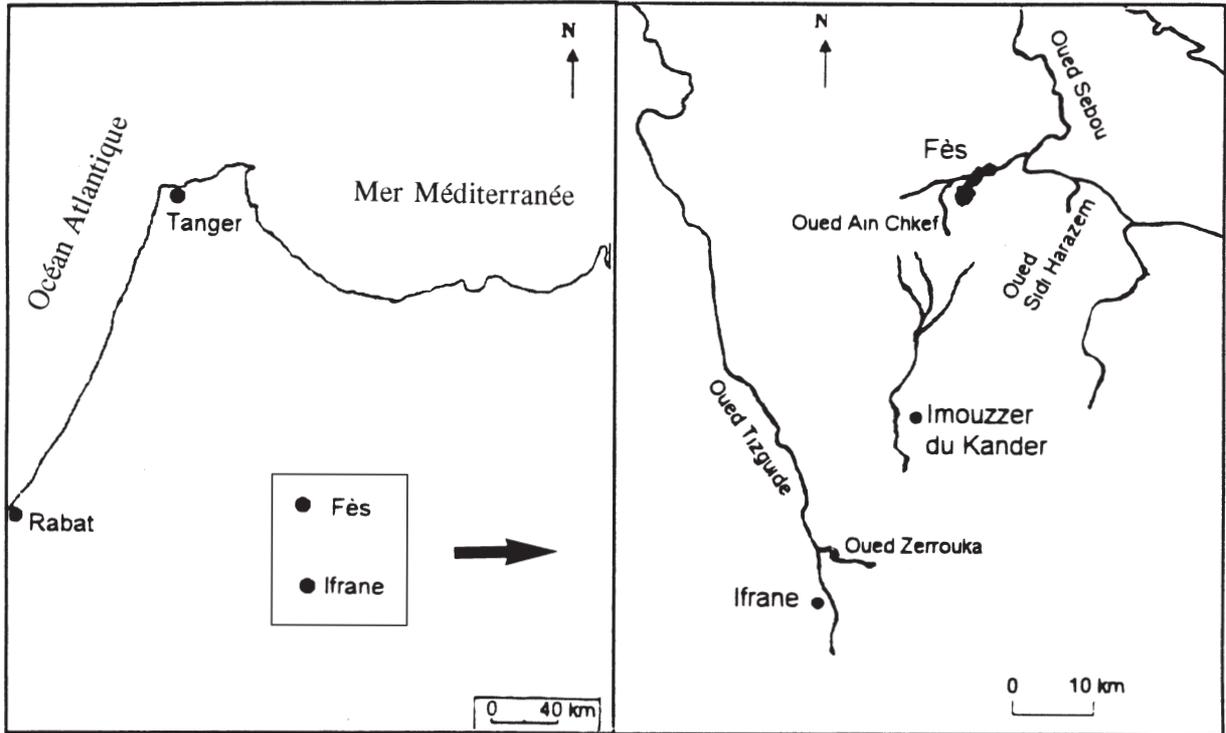


FIGURE 1. — La localisation des quatre populations de *Lymnaea truncatula* dans la région centrale du Maroc.

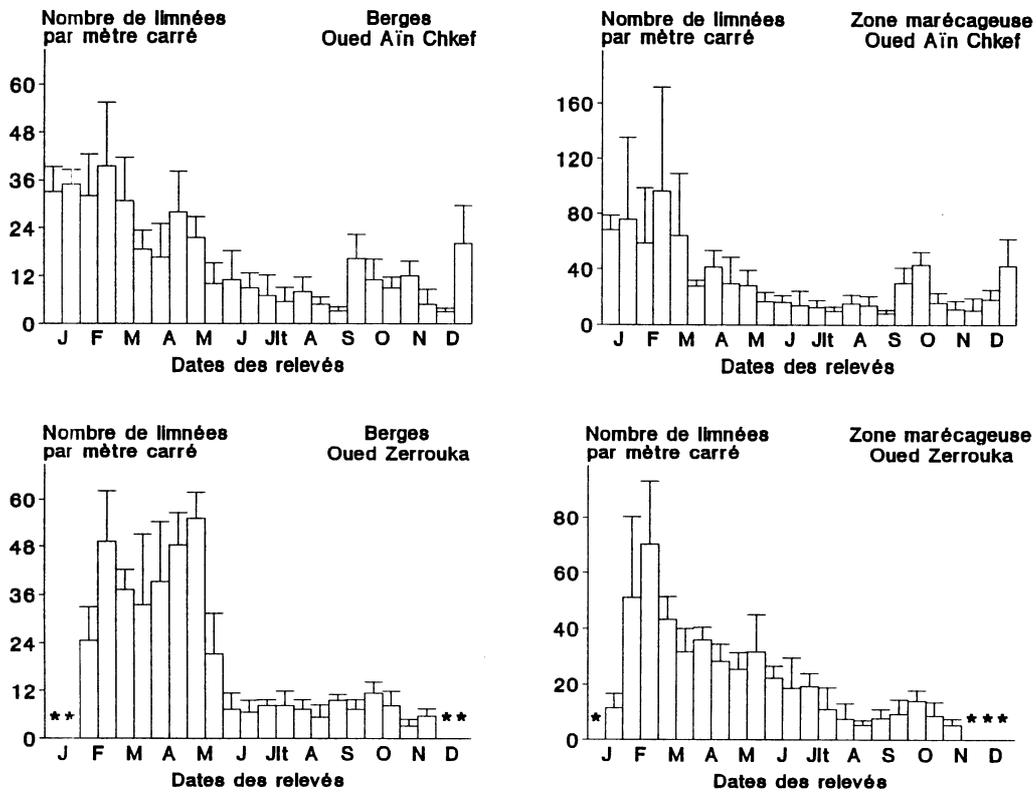


FIGURE 2. — La densité de *Lymnaea truncatula* par mètre carré d'habitat dans les quatre stations du Maroc par rapport aux dates des investigations. Les moyennes sont présentées avec leurs écarts types. *, présence d'une couche de neige lors du relevé.

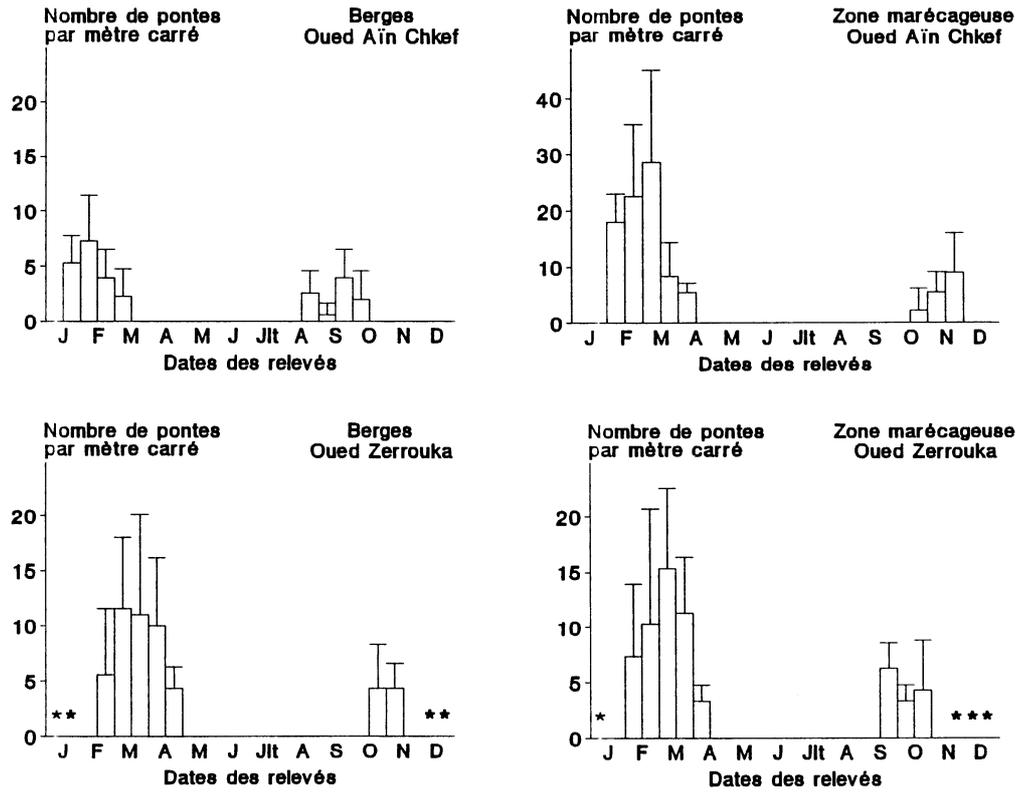


FIGURE 3. — La densité des pontes déposées par *Lymanea truncatula* dans les quatre stations du Maroc par rapport aux dates des investigations. Les moyennes sont présentées avec leurs écarts types. *, présence d'une couche de neige lors du relevé.

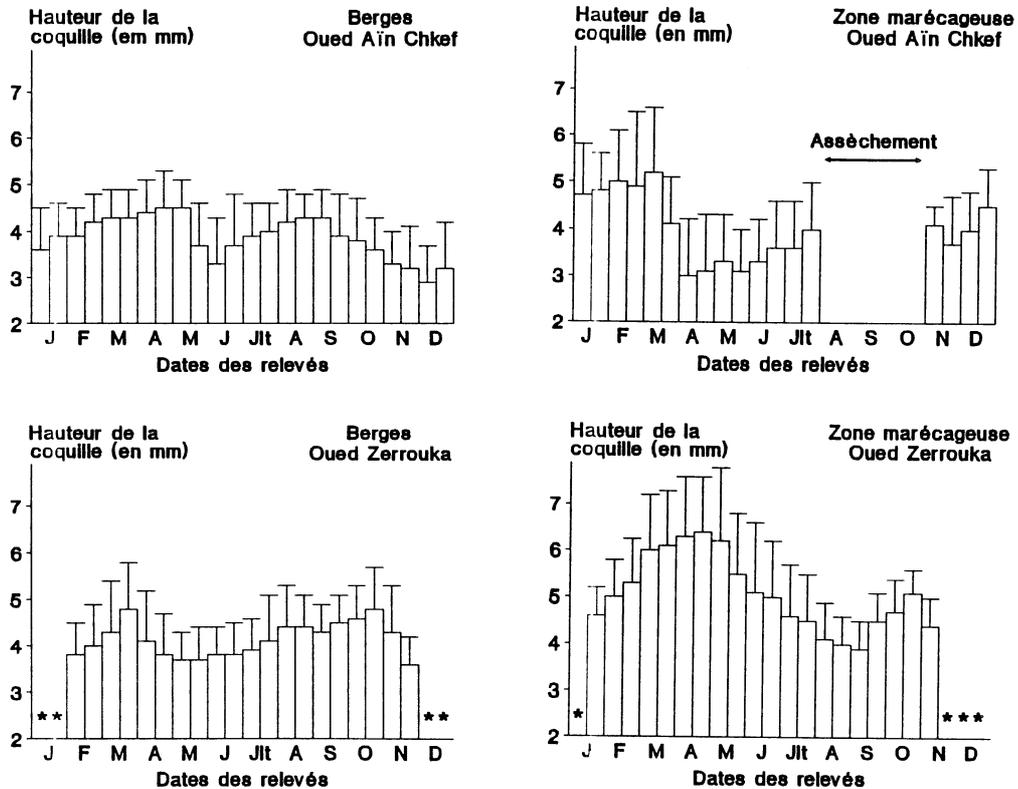


FIGURE 4. — La hauteur moyenne de *Lymanea truncatula* dans les quatre stations du Maroc par rapport aux dates des investigations. Les moyennes sont présentées avec leurs écarts types. *, présence d'une couche de neige lors du relevé.

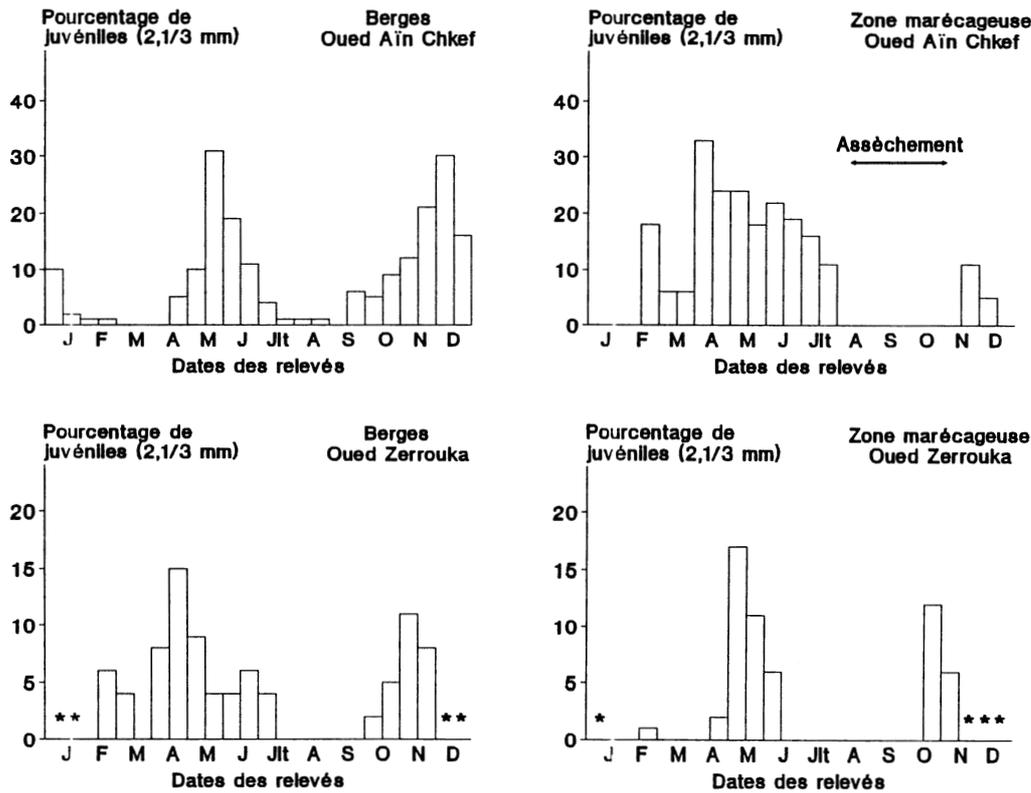


FIGURE 5. — Le pourcentage de juvéniles hauts de 2,1 à 3 mm dans les quatre stations du Maroc par rapport aux dates des investigations. *, présence d'une couche de neige lors du relevé.

DYNAMIQUE DES POPULATIONS AU COURS DE L'ANNÉE

La hauteur moyenne des mollusques (Fig. 4) présente une évolution différente dans les quatre stations par rapport aux dates des relevés. Dans les quatre sites, on constate deux périodes au cours desquelles les moyennes sont plus faibles. L'une d'entre elles se situe à la fin novembre ou au début de décembre. L'autre, par contre, est plus variable. Sur les berges des deux rivières, cette période se situe de la fin avril ou de la fin mai à début juin. Dans la prairie marécageuse longeant l'Oued Aïn Chkef, la période se situe en avril-mai alors que dans la vallée de l'Oued Zerrouka, on note une diminution progressive de la hauteur moyenne depuis avril jusqu'à la fin du mois d'août. La nature de l'habitat a une influence significative ($F = 213,61, P < 0,1 \%$) sur la hauteur des coquilles, avec des moyennes plus élevées dans les zones marécageuses. Les variations de ce paramètre par rapport à la date de récolte sont également significatives ($F = 174,97, P < 0,1 \%$). Par contre, le facteur altitude n'a pas d'effet significatif sur ce paramètre.

Comme deux périodes avec des faibles hauteurs de coquille ont été observées dans les quatre populations, nous avons récapitulé sur la figure 5 le pourcentage de juvéniles mesurant 2,1 à 3 mm de hauteur pour chaque station et chaque date de récolte. Sur les berges de l'Oued Aïn Chkef, ces juvéniles s'observent de la fin avril à début juillet et de la fin septembre à début janvier, avec des pics à la fin mai et au début décembre par ordre respectif. Dans la zone marécageuse correspondante, ces périodes se situent de la fin février

à juillet et de la fin novembre au début de décembre (avec des pics respectifs au début d'avril et à la fin novembre). Sur les berges de l'Oued Zerrouka, les deux périodes vont de la fin février au début juillet (avec un pic à la fin avril) et d'octobre à la fin novembre (avec un pic au début novembre). Enfin, dans la zone marécageuse proche, c'est de la fin avril au début de juillet et de la fin octobre au début de novembre que les juvéniles de 2,1 à 3 mm ont été trouvés et les pics respectifs se situent au début de mai et à la fin octobre.

Discussion

Les quatre populations de *L. truncatula* ont présenté en 1997 deux générations annuelles. Ces résultats sont en accord avec ceux que d'autres auteurs ont rapportés dans l'Europe de l'ouest [9, 10, 15, 20] ou au Maroc [2, 11, 16]. Nous n'avons pas retrouvé ici le concept d'une seule génération annuelle que plusieurs auteurs ont décrit dans certaines stations situées au-dessus de 2000 m d'altitude (plateaux éthiopiens : [3], Alpes françaises : [12]) ou dans une région très froide (département de la Creuse [19]). Dans le cadre de nos connaissances, il semble logique de rapporter ces derniers résultats aux conditions climatiques extrêmes qui sévissent dans les zones précitées.

Les zones marécageuses des deux vallées constituent les sites les plus propices pour le développement des *L. truncatula* car la densité des mollusques, celle de leurs pontes et la hauteur des coquilles y sont plus élevées que sur les berges des rivières correspondantes. *L. truncatula* est certes connue

pour coloniser de manière préférentielle les zones les plus périphériques d'un réseau hydrographique [14] mais ce n'est pas la seule raison et une autre explication doit être recherchée. Comme les paramètres physico-chimiques de l'eau sur les berges de l'oued et dans la zone marécageuse proche ont des valeurs voisines [4], les densités plus élevées de mollusque dans ce dernier habitat pourraient être liées à des facteurs environnementaux comme la vitesse plus faible du courant dans les zones marécageuses, créant ainsi des conditions plus propices pour le développement des populations de limnées

Les densités moyennes de *L. truncatula* ne dépassent pas 96 mollusques par mètre carré d'habitat. Ce résultat concorde avec la plupart des valeurs que d'autres auteurs ont fournies en Belgique [13, 17] ou dans le centre de la France [18, 24]. Des densités plus élevées ont cependant été rapportées. C'est ainsi que PÉCHEUR [17] mentionne la présence de 1023 mollusques dans un site de 0,3 m². Lors d'une étude épidémiologique dans les oasis de Tozeur (Sud de la Tunisie), HAMMAMI et AYADI [8] rapportent des densités de 3618 mollusques/m² dans les canaux secondaires de drainage et de 5728/m² dans les canaux secondaires d'irrigation. Ces chiffres n'ont pas été retrouvés dans les systèmes d'irrigation marocains si bien que cette différence ne peut s'expliquer qu'en admettant l'existence de conditions particulièrement favorables pour la vie de *L. truncatula* à Tozeur.

Dans les quatre stations, les pontes de la limnée sont plus importantes en densité et sont déposées sur une plus longue période à la fin de l'hiver ou au début du printemps qu'en automne. Par contre, les dates de dépôt pour les pontes des limnées transhivernantes présentent des différences entre les deux vallées que l'on peut expliquer facilement par l'altitude des sites et les conditions climatiques qui y règnent. Dans chaque vallée considérée isolément, le dépôt des pontes sur les berges des rivières est plus précoce (Oued Aïn Chkef) ou plus tardif (Oued Zerrouka) que dans la zone marécageuse proche. A notre avis, ces différences doivent être rapportées à des variations locales dans le microclimat qui règne sur les habitats à *L. truncatula*, comme cela a été démontré par SMITH et WILSON [21] en Grande-Bretagne. L'un des facteurs à l'origine de ces variations pourrait être l'épaisseur de la nappe d'eau dans laquelle vivent les mollusques, car les pontes de *L. truncatula* ne sont déposées que dans des couches d'eau de faible épaisseur, se réchauffant plus vite au cours de la journée que les zones les plus profondes de l'habitat immergé [7]

Bibliographie

1. — DREYFUSS G., VAREILLE-MOREL C. et RONDELAUD D. : Les habitats de *Lymnaea truncatula* Müller (Mollusque) le long de deux rivières. *Ann. Limnol.*, 1997, **33**, 67-72.
2. — GHAMIZI M. : Les Mollusques des eaux continentales du Maroc : systématique et bioécologie, 555 p. Thèse Doct. ès-Sci. Nat., Marrakech, 1998.
3. — GOLL P.H. et SCOTT J.M. : Fascioliasis in the Ethiopian central highlands. I. Dynamics of intermediate snail host populations and their relations to infection in sheep. *Miscell. Rep., Centre Ovars. Pest. Res.*, 1979, **47**, 1-12.
4. — GOUNGHAR M.D. : Recherches écologiques, éthologiques et parasitologiques sur des populations marocaines et françaises de *Galba truncatula* (Mollusca), 270 p. Thèse Doct. Nat., Parasitol, Fès, 2000.
5. — GOUNGHAR M.D., RONDELAUD D. et BENLEMLIH M. : Les gîtes de *Lymnaea truncatula* Müller au Maroc. Premières observations dans deux vallées d'altitude situées dans la province d'Ifrane (Moyen Atlas). *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, 1997, **15**, 33-40.
6. — GRACZYK T.K. et FRIED B. : Development of *Fasciola hepatica* in the intermediate host In : J.P. DALTON (ed.) : Fasciolosis, CABI Publishing, Oxon, UK, 1999, 31-46.
7. — GRANET C. : Les pontes d'un mollusque, *Lymnaea truncatula* Müller. Les conséquences du parasitisme sur l'activité reproductrice de la limnée, 103 p. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, 1996.
8. — HAMMAMI H. et AYADI A. : Écologie de *Lymnaea truncatula* Müller, hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica* Linné dans le microclimat de Tozeur (Sud-ouest de la Tunisie). *Bull. Soc. Path. Ex.*, 1999, **92**, 302-304.
9. — HEPPLESTON P.B. : Life history and population fluctuations of *Lymnaea truncatula* Müller, the snail vector of fascioliasis. *J. Appl. Ecol.*, 1972, **9**, 235-248.
10. — KENDALL S.B. : The life-history of *Limnaea truncatula* under laboratory conditions. *J. Helminthol.*, 1953, **27**, 17-28.
11. — KHALLAAYOUNE K., STROMBERG B.E., DAKKAK A. et MALONE J.B. : Seasonal dynamics of *Fasciola hepatica* burdens in grazing Timadhit sheep in Morocco. *Int. J. Parasitol.*, 1991, **21**, 307-314.
12. — MASSIAS E. de, RONDELAUD D., MAGE C. et GEVREY J. : *Lymnaea truncatula* Müller dans les zones de haute altitude. Existence d'une seule génération annuelle. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, 1996, **14**, 54-61.
13. — MOENS R. : Observations au sujet de la prédation de *Zonitoides nitidus* Müller sur *Lymnaea truncatula* Müller. *Bull. Ecol.*, 1982, **13**, 273-282.
14. — MOENS R. : Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures. *J. Med. Appl. Malacol.*, 1991, **3**, 73-84.
15. — MOREL-VAREILLE C. : Contribution à l'étude du cycle biologique de *Lymnaea truncatula* dans le nord-ouest du Limousin. *Revue Méd. Vét.*, 1973, **124**, 1447-1457.
16. — MOUKRIM A. et RONDELAUD D. : Premières données épidémiologiques sur un foyer de distomatose animale à *Fasciola hepatica* dans la vallée de l'Oued Massa (Maroc). *Revue Méd. Vét.*, 1991, **124**, 839-843.
17. — PÉCHEUR M. : Lutte stratégique contre la distomatose. C.R. Rech., Travaux du Centre de Recherches sur les maladies parasitaires des animaux domestiques. I.R.S.I.A., Bruxelles, 1974, n° 38, 85-150.
18. — RONDELAUD D. : Le contrôle mixte et alterné de *Lymnaea truncatula* Müller : étude comparative de trois techniques pour l'épandage du molluscicide. *Ann. Rech. Vét.*, 1988, **19**, 279-282.
19. — RONDELAUD D. et MAGE C. : *Lymnaea truncatula* Müller : les conséquences d'une seule génération annuelle sur les caractéristiques de l'infestation par *Fasciola hepatica*. *Revue Méd. Vét.*, 1992, **143**, 843-846.
20. — SMITH G. : A three-year study of *Lymnaea truncatula* habitats, disease foci of fascioliasis. *Br. Vet. J.*, 1981, **137**, 398-410.
21. — SMITH G. et WILSON R.A. : Seasonal variations in the microclimate of *Lymnaea truncatula* habitats. *J. Appl. Ecol.*, 1985, **17**, 329-342.
22. — STAT-ITCF : Manuel d'utilisation. Institut technique des céréales et des fourrages. Service des études statistiques, Boigneville, 1988
23. — SZMIDT-ADJIDÉ V., ADJIDÉ C.C., RONDELAUD D., DREYFUSS G. et MAGE C. : L'état des connaissances sur *Fasciola hepatica* Linné, 1758 et *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962. *Bull. Group. Tech. Vét.*, 1988, n° 529, 45-54.
24. — VAREILLE-MOREL C., RONDELAUD D. et DREYFUSS G. : The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* (Mollusca) in swampy meadows on acid soil : their interest for control of fasciolosis. *Ann. Limnol.*, 1999, **35**, 173-178.