

- 1954 JANETSCHKEK (H.). — Ueber mitteleuropäische Felsenspringer (Ins, Thysanura) *Oester. Zoo. Zeit.*, Bd. 5, p. 280-328.
- 1942 JEANNEL (R.). — *Les fossiles vivants des cavernes*. Gallimard. Paris. 318 p.
- 1939 LERUTH. — Faune cavernicole de Belgique. *Mem. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, n° 87, 506 p.
- 1932 REMY (P.). — Contribution à l'étude de la faune cavernicole de Lorraine : Les grottes de Sainte-Reine. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, t. XXXIII, p. 55-71.
- 1935 SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. — Catalogue des Coléoptères de France, *L'Abeille*, t. XXXVI, 466 p.
- 1936 SCHUBART (O.) et HUSSON (R.). — Les Diplopodes des cavités souterraines du nord-est de la France. *Bull. Soc. zool. Fr.*, t. LXI, p. 487-489.
- 1926 SIMON (E.). — *Les Arachnides de France*, Paris, t. VI, p. 527.
- 1939 STACH (J.). — *Trigoniophthalmus alternatus*. *Bull. Acad. Pol. Sc. Lettres, B Sci. Nat.* (II), p. 231-246.
- 1960 TERCAFS (R.-R.). — Répartition géographique et remarques éthologiques sur les Machilidae cavernicoles de Belgique. *Les nat. belges*, t. 41, p. 158-162.
- 1946 VANDEL (A.). — Les Isopodes terrestres (Cloportides) de Franche-Comté, *Bull. Soc. Linn. Lyon*, t. XV, p. 31-36.
- 1962 VANDEL (A.). — Isopodes terrestres. *Faune de France*, t. I, p. 172, t. II, p. 543. Paris. Lechevallier.
- 1934 WOLF (B.). — *Animalium Cavernarum. Catalogus*. vol. III, *Animalium catalogus* W. Junk, Berlin, 616 p.
- 1958 WYGODZINSKY (P.). — Notes et description de Machilida et Thysanura paléarctiques. *Rev. fr. Ent.*, t. XXV, Fasc. 4, p. 301.

" ARTEMIA SALINA "
UNE ESPÈCE DÉFINITIVEMENT ELIMINÉE
DES MARES SALÉES DU DÉPARTEMENT
DE LA MOSELLE

par Roger FRIDRICI

De très rares auteurs seulement ont signalé *Artemia salina* LEACH (1) comme hôte des eaux salées de l'est de la France. Dans son « *Aldrovandus Lotharingiae* » (Nancy, 1781) Buc'hoz énumère quelques crustacés rencontrés en Lorraine, mais on y trouve nulle mention d'*Artemia salina*, soit sous ce nom, soit sous l'un de ses nombreux synonymes. J.-J. Holandre n'en parle ni dans son catalogue de 1828, ni dans sa « *Faune* » de 1836. Fournel, qui a utilisé dans sa « *Faune de la Moselle* », du consentement donné par son maître J.-J. Holandre, les matériaux que ce dernier avait rassemblés sur le même sujet, l'ignore également dans son travail de 1840. En 1863, GODRON, dans sa « *Zoologie de la Lorraine* », cite *Artemia salina* parmi les invertébrés observés « dans les marais salés de Dieuze et de Marsal ». Toutefois, dans l'avant-propos de cet ouvrage, on lit : ... « Les Orthoptères, les Nevroptères... ont été étudiés sur quelques points seulement de notre ancienne province et d'une manière bien moins complète. ...J'en dirai autant... des Crustacés... qui ont été, cependant, l'objet de recherches de la part de M. Fournel et de l'auteur de ce travail. J'ai dû, pour ces Ordres et ces Classes, me contenter d'établir la liste des espèces observées jusqu'ici, et de poser ainsi un jalon pour l'avenir. »

(1) Considérant que l'on ne peut trouver ni en une seule langue ni en un seul ouvrage une étude suffisamment complète de la morphologie et de la biologie d'*Artemia salina*, nous avons cru utile d'en donner en annexe un résumé succinct.

Nous ne connaissons pas d'ouvrage de zoologie locale qui, antérieurement à 1863, ait fait mention d'*Artemia salina*. Il est vrai que l'on s'occupait fort peu, avant le XVIII^e siècle, de recueillir et d'observer la plupart des très petits animaux.

Briquel, dans une lettre adressée le 2 juillet 1879 à Godron et imprimée comme « Note sur *Artemia salina* », fait état de la présence de l'espèce en grand nombre dans un collecteur des eaux-mères à la Saline de Saint-Laurent d'Einville, près de Lunéville, à environ 18 kilomètres de Marsal. Le bassin en question n'existait plus dès 1898.

D'après E. Daday de Déès (1910, page 131) et Eugène Simon (1886, page 421) des exemplaires d'*Artemia salina* LEACH, en provenance de Lunéville, figurent dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris. C'est Briquel qui, en 1879, en a envoyé plusieurs centaines de Lunéville. Simon n'y a vu que des femelles. Daday a trouvé que « leurs cercopodes sont extrêmement courts, presque cylindriques et ne portent que deux ou trois poils ». Il en donne un dessin. Il pourrait s'agir de la forme *Milhausenii* FISCHER.

Ces diverses indications permettent de supposer à l'époque une certaine abondance en individus. D'ailleurs, note Briquel, à Einville, des Coléoptères disticidés : *Agabus bipustulatus* LIN., *Agabus punctatus* et *Acilius sulcatus* LIN., leur faisaient la chasse.

Fait curieux, dans son « Inventaire des crustacés du cabinet d'histoire naturelle de la ville de Metz » (1870), Adolphe-Nicolas Bellevoye, tout en citant *Artemia salina* parmi les pièces de la collection (mais seulement sous forme de dessin agrandi), ne fait aucune allusion aux observations particulières à notre région dues à Godron (1863). A sa connaissance, l'aire de répartition de l'espèce se limite à Montpellier et à Lymington, en Angleterre (2). Cependant, Godron aurait pu lui remettre quelques spécimens de ses captures. Mais l'arrondissement de Château-Salins appartenait, jusqu'en 1871, au département de la Meurthe-et-Moselle, et après l'annexion, bien des choses avaient changé.

Dans sa thèse (1899), Florentin avance que, depuis 1879, *Artemia salina* semble ne plus exister dans notre région.

Lucien Cuénot, en 1921 (*La Genèse des espèces animales*,

(2) Lieu de la première découverte et mention d'*Artemia salina* en 1755 par Schlosser.

2^e édition), estime que ce Phyllopode a disparu des mares salées de Lorraine depuis 1880.

Enfin Andrée Tétry (*Contribution à l'Etude de la Faune de l'Est de la France — Lorraine — Nancy, 1958 — page 334*) observe à propos du même sujet : « Il ne subsiste aucun document permettant de vérifier les indications de Godron... Actuellement les Phyllopodes y sont [en Lorraine] uniquement représentés par *Chirocephalus stagnalis*. »

Pourtant, si l'on tient compte de la dispersion générale de l'espèce et de sa survie dans des milieux très différents les uns des autres, *Artemia salina* devrait être présente en tout lieu approprié à son développement.

C'est un fait qu'en prenant la Lorraine pour centre, *Artemia salina* apparaît assez régulièrement en France, aussi bien dans les salins du Midi que dans les marais salants de l'Ouest. En Allemagne sa présence est périodiquement signalée depuis 1851 en divers lieux (Greifswald, Heringen, Wintershall, salines de Sassendorf où Thienemann a réussi une acclimatation artificielle en 1916).

A Lymington (Grande-Bretagne), en Hongrie, en Italie, plusieurs stations continentales situées à grande distance les unes des autres en abritent presque chaque année un peuplement plus ou moins abondant.

Quelles influences peuvent donc avoir entraîné la grande rareté, voire l'absence totale d'*Artemia salina* des mares salées de notre département ? Pourquoi les mares semblent-elles, depuis quatre-vingts ans, impropres à sa vie et à sa reproduction ?

Nous avons tenté de contribuer à la solution de ce problème local auquel n'a été accordé jusqu'ici que peu d'attention.

Avant d'exposer les résultats de nos recherches personnelles et en vue de les rendre plus compréhensibles, nous donnerons tout d'abord quelques précisions sur les biotopes qui, en Moselle, ont déjà offert antérieurement à *Artemia salina* ou éventuellement pourraient, à la rigueur, offrir des conditions suffisantes à son existence.

Les mares salées en Moselle

On rencontre dans le département de la Moselle un certain nombre d'eaux mortes dites « mares salées ». Les plus nombreuses et les plus importantes se trouvent dans la « zone salifère » le long de la vallée supérieure de la rivière Seille,

en partant des localités de Salonne et Burthecourt, vers Vic-sur-Seille, Moyenvic, Marsal, en direction de Dieuze ainsi qu'en direction de Lezey et Chambrey.

Cet ensemble se situe dans une large dépression à fond argileux, imperméable, où l'eau s'égoutte mal.

Il s'en trouve également entre Rémyilly et Aubécourt, sur la rive droite de la Nied française, mais elles sont très éphémères. On y trouve le plus souvent un sol limoneux, exondé, sec et crevassé, à concentration saline élevée (3).

Dans ces réservoirs, la hauteur d'eau varie en général entre 50 cm et 1 m. Ils sont dispersés sur une assez grande étendue. Mis à part quelques étangs de dimensions moyennes, ce sont de petites collections d'eau. Il s'agit de marécages salés naturels. Ils sont alimentés, en partie, par des sources d'origine triasique aux eaux fortement imprégnées de chlorure sodique au niveau des gîtes salifères et gypsifères sous-jacents ; en partie, par les eaux d'infiltration dissolvant les lentilles de sel gemme, qui d'ailleurs, en aucun point du département n'affluent, et par conséquent se trouvent à des profondeurs variables dans les marnes irisées du secteur (assises inférieures du Keuper).

La composition de ces eaux salées diffère sensiblement du milieu marin : on y décèle du chlorure de sodium, des sulfates de sodium, de calcium (gypse) et de magnésium, de l'aluminium et de l'oxyde de fer, de la matière organique morte. Le magnésium, le chlorure de calcium ainsi que le brome et l'iode y font complètement défaut.

Suivant la température, la pluviosité, la saison et les lieux, la teneur en chlorure de sodium — sel de loin le plus représenté en poids — peut varier de 10 à 150 g de Cl Na par litre. Il arrive que cette concentration atteigne 266 g %.

En raison de leurs masses faibles et limitées, les mares salées mosellanes sont principalement sous la dépendance des agents atmosphériques, ici extrêmement agissants. Le pH reste néanmoins toujours voisin de 8.

Dans ce milieu sursalé, l'action du soleil, des vents et des pluies détermine pour une large part les variations physico-chimiques et biologiques du milieu. L'équilibre qui lie éléments minéraux, organismes vivants et eau, est particulièrement labile, instable.

(3) Les eaux salées du secteur de Sarralbe et celles des vallées de la Meurthe et du Sanon sont d'origine artificielle : elles sont chlorurées par les résidus des industries locales opérant l'extraction du sel.

On enregistre, bien entendu, des variations diurnes et nocturnes de différents facteurs. Mais ce sont principalement les fluctuations saisonnières qui entraînent des modifications importantes dans le cycle annuel de la faune et la végétation aquatiques obligées de s'adapter aux vicissitudes, aux changements fréquents et parfois brusques des conditions écologiques. Le système de peuplement dépend donc des possibilités d'adaptation et des efforts incessants, individuels et collectifs, que tentent la faune et la flore en vue de leur survie.

Des groupes entiers d'organismes semblent disparaître temporairement sous certaines conditions : les espèces survivantes doivent alors rechercher un nouvel équilibre en harmonie avec le milieu. La périodicité de certains cycles mériterait d'être étudiée et expliquée.

Le fond des mares est généralement de nature vaseuse, limoneuse. Durant la belle saison il est tapissé d'une flore algale abondante.

Les eaux sont généralement claires, limpides, quoique assez riches en matière organique. Parfois une prolifération intense d'Euglènes leur confère une teinte verte. On n'y rencontre jamais *Chlamydomonas Dunali* qui donne fréquemment aux marais salants méditerranéens une couleur d'un rouge ocreux.

Parfois les colonies de *Beggiatoa roseopersicina* colorent le fond en rose.

La microfaune et la microflore des mares salées de Lorraine ont été inventoriées et décrites, notamment par Florentin (1899 et 1909), Lemaire (1895) et Brunotte (1896).

Plus récemment (1938), Gorlacher et Chavarot ont étudié la faune ornithologique sédentaire et migratrice d'une mare de Lorraine salicole (Lezey).

La comparaison de ces données déjà anciennes avec les observations récentes n'a révélé aucune différence notable : le milieu constitue une sorte de réserve naturelle dont jusqu'à présent rien ne vient troubler l'équilibre, abstraction faite, en quelques endroits, de travaux de drainage d'importance assez limitée.

A priori, les hôtes qui peuplent ces milieux, notamment les organismes microscopiques ou presque, ne semblent pas capables de s'opposer radicalement à la cohabitation d'*Artemia salina*, à sa survie et à sa multiplication. Certains d'entre eux pourraient même constituer une nourriture convenable pour ces Phyllopoètes. A souligner cependant l'absence cons-

tante dans ces mares du flagellé *Chlamydomonas Dunali* (= *Dunaliella Kermesina* TURPUS — *Monas Dunali* JOLI) qui presque partout ailleurs se rencontre en compagnie d'*Artemia salina*.

Elevages expérimentaux

Les Phyllopoques utilisés pour ces expériences appartenaient à la forme *Arietina* FISCHER bisexuée, en provenance d'élevages réalisés en milieu marin synthétique. La solution saline avait été filtrée sur charbon activé, sa densité fixée à 1,02° et son pH à 8,1. Bien aéré, ce milieu était enrichi par des infusoires et des Algues marines (Ulves, Fucus, Diatomées) prélevées dans des bourriches d'huîtres ou sur les valves de moules comestibles. De plus, lorsque le besoin s'en est fait sentir, un complément de nourriture fut fourni par des cultures de *Chlorella vulgaris* ou, parcimonieusement, par de l'amidon cru, de la levure de bière fraîche ou par une de ces poudres vendues dans le commerce pour l'alimentation des poissons d'aquarium. Dans ce milieu les générations d'*Artemia salina* se succédèrent sans arrêt, quelle que fût la saison. Sauf exceptions rares et de courte durée, l'eau des bacs, exposés à l'Est, a été maintenue à 18° C minimum. *Artemia salina* supporte d'ailleurs assez longtemps des températures sensiblement plus basses, pouvant descendre jusqu'à 4° C. Les œufs, même embryonnés, résistent sans dommage au gel, à une dessiccation extrêmement prolongée comme à une température de 40° C et plus (4).

a) Observations dans la nature.

En vue de trouver, si possible, une explication au problème biologique ou écologique que pose la disparition d'*Artemia salina* de notre département, nous avons, en premier lieu, tenté sa réintroduction artificielle dans les mares salées proches de Marsal, c'est-à-dire dans leur partie située à gauche et en contre-bas du chemin qui relie la route départementale n° 38 à la porte fortifiée de la ville.

Ces tentatives de réacclimatation, échelonnées sur deux

(4) Antérieurement, nous avons entretenu divers élevages en eau de mer puisée directement soit dans l'Atlantique (Roscoff, Etretat), soit en Méditerranée (Philippeville) et utilisée telle quelle, sur place. Bien qu'*Artemia salina* ne se rencontre jamais en milieu marin ouvert, l'eau de mer naturelle semble lui convenir parfaitement. Nous n'avons connu aucun échec avec nos élevages dans ces milieux.

ans, effectuées chaque année entre mai et fin août, ont porté, l'un dans l'autre, chaque fois sur une cinquantaine de femelles accompagnées d'environ 15 % de mâles. Les prospections systématiques entreprises ensuite dans ces collections d'eau « ensemencées » n'ont jamais permis de retrouver dans ces milieux la trace d'un seul exemplaire d'*Artemia salina* soit adulte, soit jeune.

b) Elevages in vitro.

Dans ces conditions, et désireux d'élucider les causes qui dans les mares mêmes ne permettent pas à *Artemia salina* de survivre et de se multiplier, nous avons abandonné les observations sur le terrain pour les poursuivre à domicile.

Des bocaux d'une contenance de 500 cm³ au minimum ont été remplis d'eaux salées prélevées en des points divers de la vallée de la Seille (Marsal, Vic-sur-Seille, Lezey). Ces eaux, utilisées à l'état brut, correspondaient le plus exactement possible au milieu naturel avec ses divers micro-organismes. Elles restèrent cependant à l'abri d'éventuelles interventions des oiseaux, des insectes aquatiques, des épinoches et, le cas échéant, des batraciens (têtards de *Bufo calamita* LAUR).

Rapidement, les expériences faites dans ces milieux se soldèrent par des échecs également.

Des résultats aussi décevants ne peuvent que surprendre lorsqu'on connaît les larges facultés adaptatives d'*Artemia salina*. En effet, l'espèce trouve ses besoins fondamentaux dans des milieux aussi bien saumâtres que sursalés fort différents les uns des autres. Son grand pouvoir de reproduction, sa pérennité et sa fixité depuis l'oligocène attestent de son extraordinaire vitalité, en dépit d'une médiocre aptitude à la lutte contre les périls de toutes sortes. Enfin, la résistance de ses œufs en diapause est exceptionnelle : même desséchés pendant quinze ans, ils germent encore et donnent naissance à des nauplius vigoureux.

Il a été avancé que plus un organisme est primitif, plus grandes sont ses possibilités à s'adapter à des milieux variés.

Pourtant, comme le souligne P. Mathias (296), *Artemia salina* est un animal absolument sans défense, à la merci de nombreux prédateurs, même de très petite taille. Quelques rares Copépodes, Rotifères, Acariens, etc., sont des ennemis certains pour les Phyllopoques. Des Ostracodes s'attaquent à leurs œufs et aux nauplius. Mais la plupart des représen-

tants de ces groupes sont, au contraire, inoffensifs ou du moins il ne peut leur être assigné un rôle néfaste, spécifique et précis à l'encontre d'*Artemia salina*. Il se pourrait que certains Protistes contribuassent à décimer l'espèce.

Quoi qu'il en soit, il ne nous a pas été donné de surprendre des attaques directes de cette microfaune sur l'*Artémia* vivante. Cependant, tout Phyllope introduit dans ces milieux a succombé au bout de peu de jours et aucun œuf n'y a donné naissance à un nouvel individu. Au départ, les animaux en expérience montrèrent un comportement très normal, auquel succédèrent après dix ou vingt heures les phases suivantes : légers spasmes, ralentissement extrême des activités vitales, cessation des mouvements provoqués (immobilité à la surface de l'eau ou sur le fond), engourdissement, coma, mort au bout de trente-six heures ou plus. Aucun individu n'a survécu au-delà de soixante-seize heures.

Jusqu'à présent, la cause de ces décès n'a pu être établie avec certitude. Mais l'examen des cadavres d'*Artemia salina* a permis de constater autour d'eux un véritable grouillement d'animalcules se livrant au dépeçage. Ces expériences ont porté sur des individus de tous âges, depuis l'œuf jusqu'à la maturité sexuelle. Elles ont été répétées dans des tubes à essai, remplis eux aussi avec du milieu d'origine et ne contenant qu'un seul Phyllope adulte. Les résultats furent identiques.

Quelles qu'en soient donc les raisons, ce milieu ne permet pas à *Artemia salina* d'y exister plus de quelques jours. Sa mort est inéluctable.

Il restait à vérifier si l'absence d'*Artemia salina* dans les mares salées en Moselle n'était pas due à des facteurs physico-chimiques, ce qui, à priori, paraissait assez improbable, étant donné l'abondance et la variété de la faune et de la flore dans ce milieu naturel. A cette fin nous avons filtré sur coton hydrophile des eaux prélevées aussi bien près de Marsal que près de Vic-sur-Seille, et recommencé les expériences dans ces nouveaux milieux, après addition d'une nourriture de base en faible quantité (chlorella, pollen, amidon cru). Les élevages furent florissants. Une population d'*Artemia salina* active, vigoureuse, produisit de nombreux nauplius qui se développèrent et reproduisirent à leur tour, sans interruption, pendant de nombreuses générations. Bien entendu, il a été créé ainsi une situation anormale, sans équivalent dans la nature. Mais la preuve semble faite que l'agent causal de la destruction d'*Artemia salina* ne peut être

ni d'ordre toxique, ni d'ordre infectieux, bactérien ou viral. En même temps fut établi par des observations poursuivies pendant plusieurs années que les eaux des mares salées de Marsal ou de Vic, létales à l'état brut, constituent à l'état épuré une composition favorable au développement d'*Artemia salina*.

Restait à déterminer les auteurs réels des agressions exogènes dans le milieu naturel.

Avec ce milieu naturel filtré — donc débarrassé de ses Ostracodes, Rotifères, Copépodes, etc. — nous avons « lavé » des cadavres des Phyllopes provenant des expériences faites en eaux brutes des mares salées. Après des passages successifs dans un bain huit fois renouvelé, les cadavres ont été ressuyés sur papier filtre puis introduits chacun dans une éprouvette remplie de milieu naturel épuré, comme indiqué ci-dessus. Des examens microscopiques (grossissement 800 fois) ne révélèrent sur ces cadavres la présence d'aucun organisme non microbien.

Néanmoins, si des œufs introduits dans ces milieux donnèrent naissance à des nauplius, ces derniers disparurent sans avoir dépassé le stade métanauplius. Des *Artemia salina* adultes des élevages de base, transférés à leur tour dans ce milieu, y furent nourris avec les cadavres de leurs congénères en voie de décomposition. Six ou sept jours plus tard, tous périrent après avoir présenté pendant très peu de temps des signes d'affaiblissement similaires à ceux déjà décrits.

Il pourrait donc bien s'agir d'une « contamination » dont la source, toutefois, reste encore inconnue.

A ces faits s'ajoutent encore les suivants, qui méritent quelque attention :

1° Les eaux prélevées dans nos mares salées ne sont létales à l'état brut que pendant quelques mois. Ensuite, et sans traitement aucun, *Artemia salina* s'y affirme facilement.

2° Un milieu d'élevage composé d'environ 50 % d'eau brute fraîchement prélevée dans une mare salée de la Seille et de 50 % d'eau radioactive de la source du Bois Châté (voir plus loin) constitue également un bon milieu d'élevage pour notre Phyllope.

Compte tenu de l'ensemble de ces observations il y aurait quelques raisons d'admettre que les ennemis les plus dangereux pour *Artemia salina* soient à rechercher parmi les Infusoires dont on connaît aussi bien l'activité parasitaire que l'extrême sensibilité aux variations du microclimat qu'ils affectionnent.

Malheureusement, leur rapide disparition des échantillons prélevés dans la nature rend leur identification particulièrement ardue et problématique.

Expériences avec d'autres milieux

Rendons compte, enfin, de quelques essais d'acclimatation d'*Artemia Salina* dans d'autres biotopes salins naturels qui existent dans le département de la Moselle ou à proximité immédiate.

Eau de la Seille. — Dans la vallée de la Haute-Seille, cette rivière lente et sinueuse, alimentée principalement par l'étang de Lindre, récolte également les eaux de quelques sources salées et des eaux de ruissellement qui doivent leur teneur en Cl Na à la nature saline des marnes irisées qu'elles ont traversées. L'origine de ces chlorures est purement géologique. La quantité de sel dans l'eau de la Seille est extrêmement variable. Elle peut atteindre plus de 400 mg par litre, mais après de fortes pluies ce taux peut descendre à moins de 200 mg %. On sait que dans une eau contenant 2,5 g de chlorure de sodium la faune peut être encore très riche : divers animaux et certaines plantes qualifiés de franchement dulcaquicoles supportent aisément ce milieu légèrement salé. Plusieurs espèces d'*Enteromorpha* y sont abondamment représentées. Néanmoins, on voit de suite que cette eau à peine saumâtre ne contient pas en quantité les produits minéraux favorables à la régulation du milieu intérieur d'*Artemia salina*. Effectivement, les Phyllopoies introduits dans ce milieu naturel ne purent y survivre plus de quelques jours. Il a paru sans intérêt de poursuivre l'expérience en augmentant artificiellement le taux des chlorures dans un tel milieu.

Eaux des mares salées (le plus souvent asséchées) de Rémyilly-Aubécourt. — Des croûtes de terres prélevées dans ce secteur avec leurs efflorescences salées furent placées dans des cristallisoirs et recouvertes d'eau jusqu'à obtention d'une densité d'environ 1010°. Ces préparations furent abandonnées à elles-mêmes pendant une semaine, après quoi nous y introduisîmes quelques animaux d'expérience. Les résultats ne différèrent pas de ceux enregistrés à la suite des recherches poursuivies avec les eaux brutes des mares salées de la vallée de la Seille : aucune *Artemia* ne put résister au-delà de cinq jours.

Par contre, filtrée, cette même eau permit des élevages faciles et sans incident.

Eau prélevée à la source thermale du Bois Chaté. — Cette source artésienne jaillit dans la vallée du Conroy, sur le territoire de la commune d'Avril (M.-et-M.). Sa température est de 49° C à sa sortie de terre. Les eaux proviennent d'un sondage foré en 1908-1909 jusqu'à une profondeur de 1100 m, en vue de la recherche de gisements de charbon. D'après une analyse récente que nous devons à l'obligeance de l'Institut de Recherches Hydrologiques de Nancy, il s'agit d'une eau très fortement minéralisée, de pH 6,95, à caractère chloruré sodique très fort, chloruré et sulfaté calcique secondaire, de plus à caractère ferrugineux net (9,5 mg/l de fer dissous). La composition chimique de cette eau — qui sans doute comprend en outre divers oligo-éléments à l'état naissant — présente quelque analogie avec l'eau de mer. C'est probablement sa teneur en strontium et surtout en potassium (190 mg de K+ par litre) qui lui confère une radioactivité nettement supérieure à celle de la plupart des eaux de source (5).

Il n'empêche que ces eaux ne sont pas azoïques : même les eaux de refroidissement des piles atomiques, malgré leur radioactivité, constituent pour certaines bactéries un biotope favorable.

L'eau de la source thermale de Pérotin que nous avons utilisée pour nos élevages a été simplement refroidie à 18° C et décantée afin d'éliminer les précipités ferreux dont l'action mécanique dans le milieu a été reconnue gênante pour la locomotion et la respiration d'*Artemia salina*.

Quelques minutes après leur installation dans ce nouveau milieu, les animaux d'expérience manifestèrent une grande agitation. Ensuite ils se tinrent de préférence contre la surface de l'eau, leur activité diminuait progressivement pour aboutir à une quasi-immobilité. Un certain nombre d'individus succomba pendant cette période. Mais au bout de quatre à cinq jours de vie dans le milieu, les survivants sortirent de leur engourdissement et retrouvèrent un comportement plus naturel. Finalement ils récupérèrent la vitalité habituelle à leur espèce et se mirent à évoluer à travers tout l'espace disponible. Cependant, si dans un habitat lui convenant pleinement, *Artemia salina* est une nageuse vigoureuse et

(5) La radioactivité naturelle de l'eau de mer est très faible, en tous les cas bien moindre que celle de la plupart des roches terrestres à travers lesquels circulent les eaux de sources.

infatigable, elle accusa ici une nette sensibilité aux radiations ionisantes, ce qui se traduisit finalement par un léger déséquilibre dans ses manifestations vitales. Il semblerait que la mort de certains animaux d'expérience, de même que la survie des autres, aient quelques rapports avec les phases de la mue. Le première mue du nauplius et du métanauplius, en particulier, pourraient être un moment critique. Le taux des pertes est relativement élevé, comparé à celui qui accompagne les mues suivantes. Après deux semaines de séjour dans l'eau puisée à la Source Chaude, les élevages étaient en pleine activité. Il se produisit quelques nouvelles pertes par la suite, mais également des éclosions. Les premiers accouplements entre Phyllopoètes nés et ayant poursuivi un développement, accéléré semble-t-il, dans ce milieu, furent observés alors que ceux-ci étaient à peine adultes. A partir de ce moment les élevages demeurèrent constamment prospères. C'est le meilleur test de l'acclimatation parfaite d'un animal à un habitat donné, que d'y observer sa reproduction.

Peut-être que chez les Phyllopoètes archaïques peuvent apparaître des souches radiorésistantes ?

Il serait risqué de s'avancer sur ce point.

Mais nous n'avons observé aucune malformation parmi les animaux d'élevage (par ex. anomalies de la furca) ni de disharmonie ou discontinuité dans leur croissance.

Si donc il se produit des accidents tératologiques notables, il est probable qu'ils comportent un tel dérèglement du mécanisme de la mue, qu'ils entraînent d'emblée la mort du sujet.

Signalons enfin que dans l'eau de la source de Pérotin il ne nous a jamais été possible d'obtenir l'éclosion d'œufs d'*Artemia salina* provenant d'autres élevages. Par contre, parmi les métanauplius de ces mêmes élevages, âgés de 24 à 48 heures et transférés en milieu radioactif, un nombre limité a réussi à s'y adapter, à s'y développer et à se reproduire, à condition qu'il ait été suppléé à la carence de ce milieu en matière nutritive. Les cyanophycées ne paraissent pas convenir comme aliment.

Dans ces élevages nous avons pu observer un mâle qui maintenait contre lui, avec ses organes de préhension et de fixation, une femelle morte, dont le sac ovigère était complètement vide. Ce simulacre d'accouplement a duré plusieurs jours.

Examen critique des résultats — et conclusions

Les recherches faisant l'objet de la présente note ont été menées avec un matériel et des techniques très simples. On ne peut parler que de travaux préliminaires. C'est ainsi qu'il n'est pas absolument démontré que dans l'eau de la rivière Seille, les *Artemia* ont succombé parce que l'eau était trop douce. Il se pourrait qu'elles aient été, là aussi, les victimes de prédateurs ou encore que le pH de cette eau n'ait pas convenu. Dans des milieux dont le pH varie entre 3 et 5 les *Artemias* ne peuvent vivre que quelques heures. Par contre elles paraissent assez longtemps à leur aise dans l'eau douce, comme dans les eaux saumâtres et même dans la saumure. Les astuces et artifices expérimentaux employés avec nos animaux de laboratoire diffèrent par trop des conditions propres au milieu naturel pour autoriser une explication suffisante du phénomène que constitue la disparition d'*Artemia salina* des mares salées mosellanes.

Ces eaux forment un complexe bien défini qui est tout autre chose que la somme des très nombreux éléments entrant dans leur constitution. Aussi, rechercher systématiquement les conditions précises des influences spécifiques et réciproques de chacun des organismes du milieu par sa mise en contact avec *Artemia salina*, soit isolément, soit en présence d'un ou plusieurs autres facteurs, exigerait un très long travail, pour néanmoins ne pas tenir compte des conditions réelles, propres à l'habitat naturel. Il est douteux qu'on puisse avancer dans la bonne voie, en négligeant l'ensemble « animal milieu ».

Artemia salina est, en général, la proie facile d'ennemis variés et nombreux (oiseaux, poissons, têtards, insectes aquatiques et leurs larves, Ostracodes, Turbellariés, Nématodes, etc.). Si ces prédateurs, par une chasse permanente, multiplient la destruction continue d'une partie de la population des Phyllopoètes, un mécanisme naturel de régulation parvient, un peu partout, ailleurs qu'en Lorraine, à éviter l'élimination totale et irrémédiable de l'espèce. Il s'établit un équilibre, instable mais suffisant, entre chasseurs et proies. P. Mathias a même avancé que les oiseaux qui avalent des femelles d'*Artemia salina* dont les poches incubatrices sont remplies d'œufs à développement retardé peuvent rejeter ces œufs à plus ou moins grande distance de l'endroit où ils les ont ingérés et contribuer ainsi à la dispersion de l'espèce. Il est établi que ces œufs passent sans dommage par

le tube digestif de l'oiseau et germent ensuite, dès lors qu'ils rencontrent un milieu convenable. Au surplus ils peuvent s'accommoder d'une longue période de latence, même dans des conditions très dures.

Si donc, dans d'autres stations, ces chasseurs ne réussissent pas à exterminer *Artemia salina*, pourquoi y parviendraient-ils en Moselle où l'espèce a vécu à Marsal, à Dieuze (et en outre près de Lunéville) au moins entre 1863 et 1879 ?

Il est évident qu'*Artemia salina*, malgré de graves imperfections, malgré ses nombreux ennemis métazoaires, réussit par certaines qualités compensatrices — notamment par sa grande fécondité, sa croissance rapide et son adaptabilité à beaucoup de milieux aquatiques — à survivre en un nombre suffisant d'individus pour assurer la pérennité de l'espèce.

D'un autre côté, nous avons pu vérifier que nos mares salées ne renferment aucune substance toxique pour *Artemia salina*, ni d'aliments qui finalement l'intoxiquent.

Enfin, nous avons établi que dans l'eau filtrée des mares salées de la vallée de la Seille, milieu à cette condition parfaitement viable pour *Artemia salina*, celle-ci périssait en peu de jours dès qu'y étaient ajoutés les restes d'un de ses congénères ayant succombé anormalement dans l'eau de même origine, mais non épurée. Les cadavres des Phyllopoètes avaient cependant été soigneusement débarrassés d'éventuels prédateurs et ectoparasites. On pourrait, en de telles conditions, songer à l'existence de commensaux internes. Les parasitoses intestinales ou intracellulaires sont fréquentes chez les Phyllopoètes. D'ailleurs presque chaque espèce animale est l'hôte de Protozoaires parasites, bien que certaines de ces formes n'aient été trouvées qu'en de très rares exemplaires (E. Chatton).

En ce qui concerne la faune microscopique de nos mares salées, P. de Beauchamp (1930) a déploré qu'à l'exception des Ciliés, les Protistes halophiles des bords de la Seille n'aient pas été étudiés à fond. Il estimait qu'un tel travail conduirait certainement à des découvertes intéressantes. Actuellement encore, la plus grande partie de ce domaine reste à explorer.

Ajoutons qu'au cours de nos recherches il nous a été donné de constater que des échantillons d'eau salée en provenance de diverses stations du Saulnois, n'ayant jamais contenu d'*Artemia salina*, perdaient leur létalité à l'égard de ce Phyllopoète environ quatre à six mois après leur prélèvement. A l'approche de ce délai, ces milieux abandonnés à eux-mêmes renfermaient encore des populations abondantes de Copépo-

des, d'Ostracodes, de Diatomées, d'Algues vertes filamenteuses et de diverses espèces de Protozoaires. Ce groupe d'animaux ne s'attaque pas aux Phyllopoètes capables de réagir, mais ils se ruent sur leurs cadavres. D'autres espèces qui faisaient partie de la faune primitive (6) avaient alors disparu du milieu, peut-être du fait de conditions écologiques nouvelles, peut-être surtout sous le coup de la concurrence vitale.

A la liste déjà longue des espèces dont *Artemia salina* est la proie facile, on devrait donc ajouter un Monocellulaire parasite, jusqu'ici resté insaisissable. Mais, puisque nos mares salées n'abritent que peu d'espèces de crustacés inférieurs, Ostracodes et Copépoètes, et aucun Cladocère, l'ennemi encore inconnu, mais redoutable, ne peut pas être un parasite spécifique d'*Artemia salina* — absente du milieu de longue date — ni d'un autre Phyllopoète puisque nos mares n'en abritent pas. En l'absence de son hôte obligatoire, comment aurait-il réussi à y vivre depuis près d'un siècle ? On en arrive ainsi à admettre que le Protiste en cause ne peut être qu'un parasite occasionnel d'*Artemia salina* et qu'en l'absence de cette dernière il parasite d'autres espèces du milieu, ou bien vit à l'état libre.

En résumé, nos observations ont permis d'élucider un certain nombre de points, sans pour autant apporter une réponse à la question principale : l'élimination d'*Artemia salina*.

- Actuellement, *Artemia salina* est incapable de vivre plus de quelques jours dans les mares salées mosellanes ;
- Même soustraite dans ce biotope aux attaques de ses ennemis extérieurs de grande taille, son extermination n'y est ni moins rapide, ni moins inéluctable ;
- Filtrée, cette même eau naturelle permet des élevages atteignant l'optimum ;
- Le milieu naturel ne contient ni produit toxique, ni bactéries ou virus, mortels pour le Phyllopoète ;
- Dans l'eau d'origine épurée, le contact d'*Artemia* vivantes avec des congénères victimes d'un agent inconnu succombent rapidement à leur tour, après avoir présenté les mêmes symptômes que les animaux de la précédente série d'expériences ;

(6) Notamment *Macrostoma hystrix* OERSTEDT (Turbellarié) ; *Brachionus mulleri* EHRB, *Collurella colurus* E ; *Diglena permollis* GOSSE (Rotifères carnassiers) ; *Nais elinguis* (Oligochète), et la plupart des Protistes très fragiles éliminés parmi les premiers.

- Le facteur létal pour *Artemia salina* disparaît, d'une part, des échantillons d'eau non épurée, mais vieillie, de quatre à six mois, d'autre part, dans ces mêmes eaux, de prélèvement récent, mais rendues radioactives, ce qui permet de constater que le prédateur marque une plus grande radiosensibilité que sa proie ;
- Jusqu'à nouvel ordre dans le biotope très spécial que forment les mares salées de notre département, un repeuplement en *Artemia salina* ne pourrait trouver que très rarement et pour peu de temps, des conditions écologiques satisfaisantes. En serait-il autrement si certaines de ces collections d'eau étaient éphémères ?

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- (1) BARIGOZZI (C.). — Différenciation des géotypes et distribution géographique d'*Artemia salina* (L.), données et problèmes. *Année biologique* 33, n° 5-6, p. 241-250 (1957).
- (2) BEAUCHEAMP (P. de). — Notes faunistiques — Quelques organismes des eaux salées continentales. *Bull. Assoc. Philomat. Als. et Lor.*, 7-1930, p. 351.
- (3) BELLEVOYE (Adolphe-Nicolas). — Inventaire des crustacés du cabinet d'histoire naturelle de la ville de Metz, 1870 (*XIIe Bull. S.H.N.M.*, 22 p.).
- (4) BLAIS (Roger). — La flore des marais salés du Saulnois (in *Géographie Lorraine*, par la Soc. lorr. des études locales dans l'enseignement public, chap. IV, Nancy 1937).
- (5) BRIQUEL (Charles). — a) Note sur *Artemia salina* (lettre à Godron, Nancy, 2 juillet 1879) ;
b) Petite Faune — Nancy, 1879.
- (6) BRUNOTTE (Camille). — Les marais salés de la vallée de la Seille au point de vue botanique, Nancy, 1896 — *Bull. de la Section vosgienne du Club Alpin Français*.
- (7) BUC'HOZ (J.-P.). — « Aldrovandus Lotharingiae » ou « Catalogue des animaux... qui habitent la Lorraine et les Trois Evêchés (1781) ».
- (8) CROGHAN (P.-C.). — The mechanism of osmotic regulation in *Artemia salina*, the physiology of the branchiae — *J. exp. biol.*, n° 35, n° 1, p. 234-242 (1953) ;
— The survival of *Artemia salina* in various media — *J. exp. biol.*, n° 35, p. 213 ;
— The osmotic and ionic regulation in *Artemia* — *id.*, p. 219 ;
— Ionic fluxer in *Artemia* — *id.*, p. 425.

- (9) CUÉNOT (Lucien). — a) Le sang des Phyllopoètes (1891) (in *Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale*, 2e partie, Invertébrés (Arch. Zool. exp.) ;
b) *La Genèse des espèces animales*, 2e édition, 1921.
- (10) DADAY DE DÉES (E.). — Monographie systématique des Phyllopoètes Anostracés — *Annales des Sciences Naturelles*, Ecologie, 9e série, t. XI, p. 91-489, Paris, 1910.
- (11) DELAFOSSE (W.). — Discours d'ouverture aux Fêtes du Centenaire de la S.H.N.M., *Bulletin du centenaire*, 1935, p. 357.
- (12) DUTRIEU (Janine). — L'œuf durable d'*Artemia salina* L., conditions de vie et composition chimique, *C.R. Ac. Sc.* 243, p. 98 (1956) ;
— Modifications chimiques accompagnant le développement embryonnaire d'*Artemia salina* — *C.R. Ac. Sc.* 244, p. 2650 (1957) ;
— Présence de tréhalose dans l'œuf durable d'*Artemia salina* — *C.R. Ac. Sc.* 243, p. 1038 (1959) ;
— Les pigments d'*Artemia salina* L. : rapport entre la nature des pigments et le mode de reproduction des adultes — *C.R. Ac. Sc.* 243, p. 2522 (1959) ;
— Observations biochimiques et physiologiques sur le développement d'*Artemia salina* LEACH — Thèse, Fac. des Sc. de Bordeaux, mai 1960 — Paris, Centre national de la recherche scientifique.
- (13) FAUTREZ-FIRLEFYN (N.). — Etude cytochimique des acides nucléiques au cours de la genèse et des premiers stades d'*Artemia salina* — *Arch. biol.* 62, p. 391-438 (1951).
- (14) FEUGA (R.). — Quand les naturalistes nancéiens, messins et alsaciens font une sortie commune. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle*, 37e cahier (1955).
- (15) FLORENTIN (R.). — Etudes sur la faune des mares salées de Lorraine. Thèse Nancy et *Annales des sciences naturelles — Zoologie*, 8e série t. X, p. 209-349, Paris 1899 (travail complété en 1909).
- (16) FOURNEL (D.H.L.). — *Faune de la Moselle* (ou manuel de zoologie), 2e partie (1840).
- (17) FRANQUET (R.). — Les environs de Nancy (observations botaniques), une page. *Bull. Soc. Bot. de France* (1955), t. 102.
- (18) FRANKENMEIER (L.). — Zur Frage der Herkunft des metanauplialen Mesoderms und die Segmentbildung bei *Artemia salina*. *Zeitsch. Wiss. Zool.* A. 152, p. 439-472 (1939).
- (19) GODRON. — Zoologie de la Lorraine. Catalogue des animaux... observés dans cette ancienne province, 1863.
- (20) GOLDENBERG. — Fauna Sarapontia Fossilis, 1873 (Dis fossilen Thiere aus der Stein Kolhenformation Saarbrücken).
- (21) GORLACHER (P.) et Dr CHAVAROT (M.). — Sur la faune ornithologique sédentaire et migratrice d'une mare de la Lorraine salicole (mare de Lezey), Nancy, 1938.

- (22) GREENE (C.W.). — The circulatory system of de brine shrimp. *Science* (n.s.) 60, 411-12 (1924).
- (22) HÉROUARD (Edgard). — Nouveau procédé pour l'élevage des larves et des petits animaux. *Chlorella vulgaris* en culture pure. (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1904, t. XXIX).
- (24) HERTZOG (Louis). — Notes sur quelques crustacés nouveaux pour la plaine d'Alsace (Bas-Rhin). *Bull. Assoc. Philom. d'Als. et Lorr.*, t. 7, p. 355-364, Paris, 1930.
- (25) HOLLANDEE (J.J.J.). — *Faune du département de la Moselle* (2^e volume, Metz, 1836).
- (26) JOLY (N.). — Histoire d'un petit crustacé, *Artemia salina*, auquel on a faussement attribué la couleur rouge des marais salants méditerranéens, suivie de recherches sur la cause réelle de cette coloration (*Ann. Sc. Nat. Zool.*, série 2-13 p. 225-290, 1840).
- (27) LEMAIRE (Dr A.). — *Les Diatomées des eaux salées de Lorraine — Le Diatomiste*, t. II, no 19 (1895).
- (28) LIENHART (R.). — Les mares salées de la Lorraine. — Assoc. française pour l'avancem. des sciences, Nancy, 1931.
- (29) MATHIAS (P.). — a) Résistance au froid et à la chaleur de l'œuf d'*Artemia salina* L. — *Soixante-septième congrès des sociétés savantes*, p. 157-161, 1934 ;
b) Biologie des crustacés Phyllopoètes. — *Actual. Scientifiques et Industr.*, Hermann et Cie, Paris, 1937.
- (30) NAUMANN (E.). — Ueber Massenzucht von Artemia. *Inter. Rev. ges. Hydrob. Hydrog.* 32, p. 313-18 (1935).
- (31) NICKLES (R.). — a) Le sondage de Bois Chaté. *Bull. Soc. Sciences Nancy*, III^e série, fasc. I, 1914 ;
b) Sur la coupe de l'Infralias et du Trias de Lorraine dans le sondage du Bois Chaté. C.R.S. Académie Sciences, séance 26-1-1914.
- (32) OSTROUMOFF (A.A.). — Ueber die Bedeutung der osmotischen Druckes beim Auschlüpfen der Nauplius aus dem Ei der *Artemia salina*. — *Prot. Nat. Gesch. Kasan*, 1902, Jahrg. 32, no 189, p. 91.
- (33) PAYEN (C.-L.). — Note sur des animaux qui colorent en rouge les marais salants. *Ann. Sc. Nat. Zool.* 2^e série, 6, p. 219-225 (1836).
- (34) FERRIER (Rémy). — *La Faune de France illustrée*, fasc. II, Arachnides et Crustacés, Paris, 1929.
- (35) TÊTRY (Andrée). — Contribution à la faune de l'est de la France (Lorraine) Nancy, 1938.
- (36) THA MYINT. — New details of excystment of *Artemia salina*. — *Proc. Louisiana Ac. Sc.* 19, p. 24-28 (1956).
- (37) THIENEMANN (A.). — a) Die Salzwassertierwelt Westfalens — Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellschaft 1913 ;
b) *Artemia salina* LEACH, ein neues Mitglied der Westfälischen Fauna (1916).

- (38) VANDEL (A.). — La Parthénogénèse (*Encycl. Scientif. du Dr Toulouse*), Paris, Doin et Cie, 1931.
- (39) — Végétation halophile des prairies salées de la Seille, Moyen-Vic, Marsal (fossés de l'ancienne forteresse). *Bull. Assoc. Philomat. d'Als. et de Lorr.*, 1893.
- (40) WAGLER (Erich). —
a) Brachiopoda, Phyllopoeta in *Handbuch der Zoologie*, von Dr Kükenthal, 1926-1927.
b) Crustacea (in *Tierwelt Mittel-Europas*, II 2).
- (41) WOODWARD (H.). — On the occurrence of Branchipus (or Chirocephalus) in a fossil state... (1877). *Quarterly Journal of the Geological Soc.*, 1879, p. 342-350.
- (42) WUNDSCH (H.H.). — *Artemia salina* in Mitteldeutschland (1914).
- (43) ZOGRAF (Nicolas de). — La calotte cervicale chez les Nauplius de l'*Artemia salina*. *C.R. Acad. des Sciences Paris*, t. CXLI, 1905, p. 903.

Nota : Nombreuses autres références dans les travaux de : KUKENTHAL, BARIGOZZI, MATHIAS, LOCKHEAD, DUTRIEU.

**BULLETINS
DE LA
SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE
DE LA MOSELLE**

| | | | |
|--------------------------|------|------------------------|------|
| 1 ^{er} cahier | 1841 | 20 ^e cahier | 1898 |
| 2 ^e — | 1844 | 21 ^e — | 1901 |
| 3 ^e — | 1845 | 22 ^e — | 1902 |
| 4 ^e — | 1846 | 23 ^e — | 1904 |
| 5 ^e — | 1849 | 24 ^e — | 1905 |
| 6 ^e — | 1851 | 25 ^e — | 1908 |
| 7 ^e — | 1855 | 26 ^e — | 1909 |
| 8 ^e — | 1857 | 27 ^e — | 1911 |
| 9 ^e — | 1860 | 28 ^e — | 1913 |
| 10 ^e — | 1866 | 29 ^e — | 1921 |
| 11 ^e — | 1868 | 30 ^e — | 1924 |
| 12 ^e — | 1870 | 31 ^e — | 1926 |
| 13 ^e — | 1874 | 32 ^e — | 1929 |
| 14 ^e — | 1876 | 33 ^e — | 1932 |
| 15 ^e — | | 34 ^e — | 1935 |
| (1 ^{re} partie) | 1878 | 35 ^e — | 1938 |
| (2 ^e partie) | 1880 | 36 ^e — | 1950 |
| 16 ^e cahier | 1884 | 37 ^e — | 1955 |
| 17 ^e — | 1887 | 38 ^e — | 1960 |
| 18 ^e — | 1893 | 39 ^e — | 1965 |
| 19 ^e — | 1895 | | |

La plupart des cahiers restent disponibles depuis le n° 1. Adresser desiderata au siège de la Société.

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE LA MOSELLE - 39^e CAHIER - 1965

**BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE**

DE LA
MOSELLE

TRENTE-NEUVIÈME CAHIER

Le siège de la Société est situé rue Dupont-des-Loges, n° 25
(Maison Monard) METZ

Imprimerie des « EDITIONS LE LORRAIN »
14-16, rue des Clercs - METZ

1965