

Les événements de la limite Permien–Trias : derniers survivants et/ou premiers re-colonisateurs parmi les ostracodes du Taurus (Sud-Ouest de la Turquie)

Sylvie Crasquin-Soleau^{a,*}, Sylvain Richoz^b, Jean Marcoux^c, Lucia Angiolini^d, Alda Nicora^d, Aymon Baud^b

^a Département de géologie sédimentaire, CNRS FRE2400, université Pierre-et-Marie-Curie, Paris-6, tour 15–25, E. 4, case 104, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

^b Musée de géologie, UNIL-BFSH2, CH-1015 Lausanne, Suisse

^c Sciences physiques de la Terre, université Denis-Diderot–Paris 7, tour 24–25, E. 1, 2, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

^d « Scienze della Terra », Università di Milano, Via Mangiagalli 34, 20133 Milano, Italie

Reçu le 21 décembre 2001 ; accepté le 9 avril 2002

Présenté par Jean Dercourt

Abstract – The events of the Permian–Trias boundary: last survivors and/or first colonisers among the ostracods of the Taurides (southwestern Turkey). Very few data on Early Triassic marine ostracods are available. In most of cases, the data concern the upper part of the Early Triassic. The Çürük dağ section, located in the Western Taurides (Turkey), well stratigraphically constrained by conodonts and foraminifera, has been re-sampled for ostracod study. A significant fauna has been discovered in the Late Permian and the levels of the Earliest Triassic (*Hindeodus parvus* and *Isarcicella isarcica staeschei* zones). The ostracods of the basis of the Kokarkuyu Fm. are the oldest Triassic forms ever discovered. The occurrence of Palaeocopes in the earliest Triassic and similarity between the Permian and Induan assemblages suggest that the Lower Triassic Çürük dağ ostracods represent a survival assemblage after the Permo-Triassic mass-extinction. **To cite this article:** *S. Crasquin-Soleau et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 489–495.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Ostracods / Permian–Triassic boundary / Turkey / Antalya Nappes

Résumé – Les données sur les ostracodes du Trias basal sont extrêmement rares. Dans la plupart des cas, les données concernent la partie supérieure du Trias inférieur. La coupe du Çürük dağ, située dans les Taurides occidentales (Turquie), bien calée stratigraphiquement par les conodontes et les foraminifères, vient d'être ré-échantillonnée pour l'étude des ostracodes. Une très belle microfaune a été découverte dans le Permien terminal et les tout premiers niveaux du Trias inférieur (zone à *Isarcicella isarcica staeschei*). Les ostracodes de la base de la formation de Kokarkuyu sont les formes triasiques les plus anciennes jamais découvertes. La présence des Palaeocopes dans le Trias basal et la similitude entre les assemblages du Permien et ceux de l'Induan suggèrent que ces ostracodes sont bien des faunes survivant aux événements de la crise de la fin du Paléozoïque. **Pour citer cet article :** *S. Crasquin-Soleau et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 489–495.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

ostracodes / limite Permien–Trias / Turquie / nappes d'Antalya

Abridged version

For all the marine palaeontological groups, the Permian–Triassic crisis is one of the most dramatic mass-extinction

in the Phanerozoic. At the end of the Permian, 51% of the marine families disappear (82% of the genera and 96% of the species) [12, 28].

The ostracods, like the other organisms, are subject to this conjunction of noxious events (Fig. 1).

* Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : crasquin@ccr.jussieu.fr (S. Crasquin-Soleau).

The Early Triassic ostracods are very poorly known. Some species are recognised in the Early Triassic (Induan–Olenekian) of the Precaspian Depression [18, 26, 27], in Nepal [16], in Kashmir [1–3], in the Germanic Basin [17], in Greece [5], in Israel [15], in southern China [14, 30, 31] and in Pakistan [29].

The Çürük dağ section (N36°41′32″–E30°27′40″) is located in Western Taurus, in Antalya Nappes (Turkey) (Fig. 2) [23, 25]. In the Kemer area, the Pamucak Formation (Middle–Late Permian) is overlain by the Kokarkuyu Formation (Early Triassic) [4, 22, 24]. In the Çürük dağ section (Fig. 3), the Pamucak Formation presents a thick (400 to 600 m) succession of inner to outer platform facies (Capitanian to Changsingian). The upper part of the formation, detailed here, is made up of black nodular limestones locally with chert. They are rich in calcareous algae (Dasycladacea) and in small foraminifera (mainly Miliolidae), with levels containing brachiopods, echinoderms and crinoids [22, 24]. The microfacies consists of bioclastic wackstones of low energy (algae biomicrites [4]). Towards level 5 (Fig. 3), the microfacies changes into high-energy grainstones, then into oolitic grainstones (level 8), with echinoderms and lamellibranches. The top of the Pamucak Formation shows evidence of the proximity of sub-aerial surface. The Kokarkuyu begins with 12 m of microbial limestones (levels 9 to 14) followed by 3 m of calcilutite (level 15). The first Triassic levels are rich in Induan foraminifera (*Ammodiscus*, *Rectocornuspira*, *Cyclogira*, *Earlandia*) and rare in conodonts (*Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang) – sample T11 – and *Hindeodus parvus* Kozur & Pjatakova – sample T13; Figs. 4.12–4.15), whose association is an index of the second Triassic biozone.

In the Upper Permian samples (samples 01TK43–51 and 01TK60–64), the ostracod assemblage (Figs. 4.1–4.5) is similar to other Middle and Late Permian assemblages observed in the Tethys (see for example [9, 10]). It is mainly

made up of Bairdiacea (genera *Bairdia*, *Acratia*, *Fabaliocypris*, *Bairdiocypris*) and Cypridacea (genus *Spinocypris*). We observe the absence of Palaeocopidae, perhaps due to a too deep environment. The ostracod assemblage is characteristic of a marine environment, open, circalittoral under tropical latitude.

In the basal beds of the Kokarkuyu Formation (samples 01TK58 to 01TK00), the ostracods are represented by Bairdiacea (Figs. 4.9–4.11) (mainly the genus *Bairdia*) et by Palaeocopidae (Kirkbyacea–genus ?*Revyia*) (Figs. 4.6–4.8). This assemblage, which shows indisputably a lower specific and generic diversity than assemblages observed in the Upper Permian levels, seems to point out a shallower environment and/or with salinity variations, always at a tropical latitude.

The Palaeocopidae, ostracods with straight dorsal border, have been considered to become extinct during the Permian and their presence as indicative of the Palaeozoic for a long time. Nevertheless, Palaeocopidae have been reported from the Early Triassic of southern China (Induan and Olenekian) [14, 30, 31] and from Pakistan (Olenekian) [29].

Ostracods of the lower part of the Kokarkuyu Formation in the Çürük dağ section are the oldest Triassic forms discovered up to now (*parvus* and *staeschei* biozones). The Palaeocopidae, Kirkbyacea, here discovered, are the youngest observed outside of southern China and Pakistan.

Occurrence of Palaeocopidae in the Early Triassic and the similarity between Permian and Induan assemblages suggest that the Induan forms are a survival assemblage after the Permo–Triassic mass extinction. This confirms our first investigations [8, 21], which locate the main change of the ostracod fauna in the Middle–Late Triassic more certainly than at the Permian–Triassic boundary. This may be the recovery interval of Erwin [13], with a peak of diversification.

1. Introduction

Dans tous les groupes paléontologiques, surtout marins, la crise du Permien–Trias constitue un événement majeur. Même si elle se déroule par étapes, sur un intervalle de temps évalué entre 2 et 20 Ma, ses conséquences sur la biosphère sont impressionnantes : à la fin du Permien, 55% des familles présentes dans les océans mondiaux disparaissent, soit 83% des genres et 96% des espèces [12, 28].

Les ostracodes, à l'instar de tous les autres organismes, ont subi cette conjonction d'événements néfastes (Fig. 1). La disparition des formes à bord dorsal droit a été classiquement considérée comme marqueur de la limite Paléozoïque–Mésozoïque.

Les ostracodes du Trias inférieur marin sont très peu connus. Ceci est dû, selon toutes vraisemblances,

à la rareté des faciès favorables à leur extraction. Quelques espèces sont reconnues dans le Trias inférieur (Induan–Olenékien) de la dépression Pré-Caspienne [18, 26, 27], au Népal [1], au Cachemire [1–3], dans le Bassin germanique [17], en Grèce [5], en Israël [15], en Chine du Sud [14, 30, 31] et au Pakistan [29].

2. Contexte géologique

La coupe du Çürük dağ (N36°41′32″–E30°27′40″) est située dans le Taurus occidental, dans les nappes d'Antalya (Turquie) (Fig. 2) [23, 25]. Dans la région de Kemer, on peut observer la formation de Pamucak (Permien moyen et supérieur), surmontée de la formation de Kokarkuyu (Trias inférieur) [4, 22, 24].

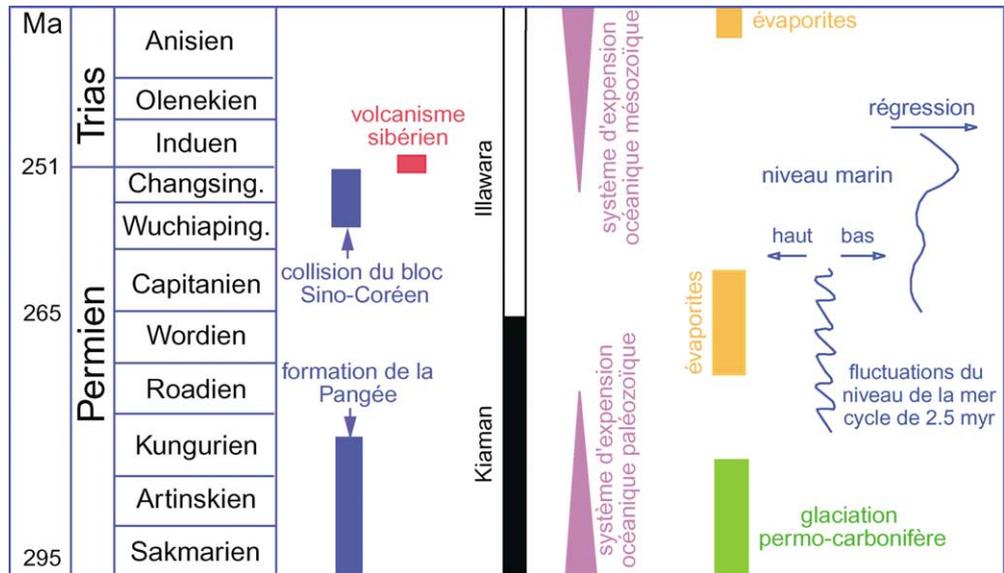


Figure 1. Schéma résumant les événements de la limite Permien–Trias (d’après [12, 20], modifié).

Figure 1. Summary of Permian–Triassic events (after [12, 20], modified).

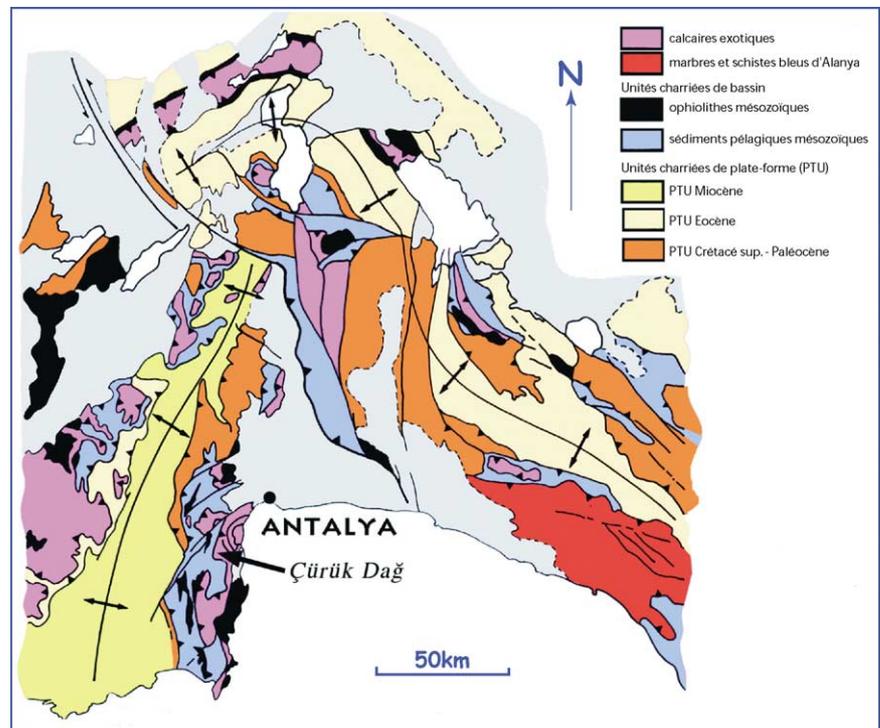


Figure 2. Localisation de la coupe du Çürük dağ sur une carte géologique simplifiée (d’après [23, 25], modifié).

Figure 2. Location of the Çürük dağ section on a simplified geological map (after [23, 25], modified).

La coupe du Çürük dağ (Fig. 3) débute par la formation de Pamucak, épaisse de 400 à 600 m. Ce sont des faciès de plate-forme interne à externe, d’âge Capitanien à Changsingien. La partie supérieure de cette formation, étudiée en détail ici, est composée de calcaires noirs noduleux, avec quelques niveaux à silex. Ils sont riches en algues calcaires (Dasycladacés) et en petits foraminifères (dominance des *Milliolidés*), avec également des niveaux à brachiopodes, échinodermes et crinoïdes [22]. Les microfaciès montrent une *wackstone* à bioclastes de faible énergie (biomi-

crites à algues [4]). Puis, vers le niveau 5 (Fig. 3), les microfaciès montrent un *grainstone* de plus haute énergie, sans pour autant que le contenu faunistique change. Une cimentation tardive, des dissolutions et des recristallisations révèlent une forte diagenèse sur ces derniers niveaux [23]. Ce *grainstone* bioclastique est suivi par un *grainstone* oolitique (niveau 8) contenant des échinodermes et des lamellibranches, montrant, là aussi, une forte diagenèse, indicateur probable d’une zone adjacente émergée [22]. La formation de Kokarkuyu débute par 12 m de calcaires mi-

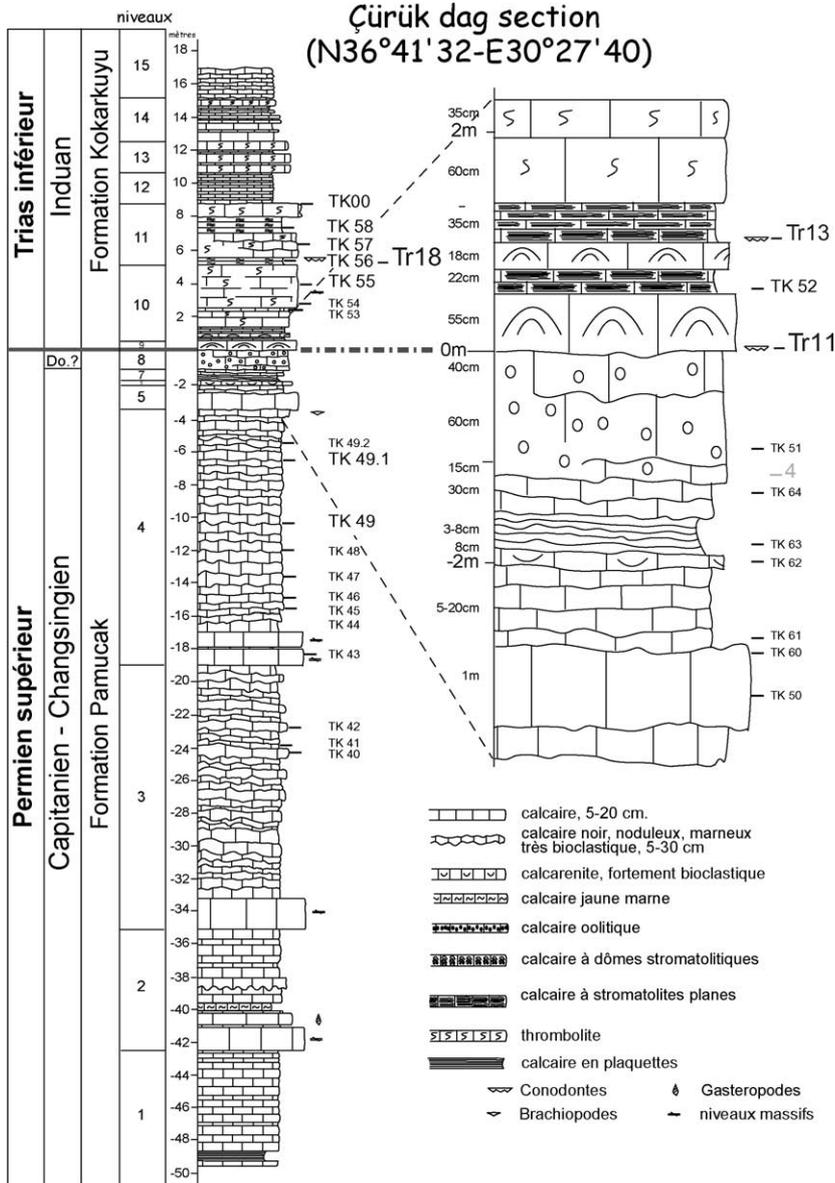


Figure 3. Colonne stratigraphique de la coupe du Çürük dag pour la limite Permien–Trias, avec situation de l'échantillonnage.

Figure 3. Stratigraphic log of the Çürük dag section for the Permian–Triassic boundary with the sampling location.

crobiens (niveaux 9 à 14), surmontés de 3 m de calcilutite (niveau 15), de 80 m de *grainstone* oolitique et se termine par des marnes bariolées. Le premier niveau du Trias (niveau 9) présente des stromatolites en dôme de 40 à 60 cm, puis une succession de stromatolites à structures laminaires horizontales et de thrombolites massives. Le microfaciès des stromatolites montre une alternance de ciments microsphérolutiques et de micrites grumeleuses, contenant des pseudopéloïdes, des ostracodes, des microforaminifères et des filaments d'origine microbienne [19]. Le microfaciès des thrombolites est composé de micrites grumeleuses, avec des traces de filaments micritiques d'origine microbienne, qui peuvent parfois former des concrétionnements de types onchoïdes. Ces niveaux sont très riches en foraminifères (*Ammodiscus*, *Recto-*

cornuspira, *Cyclogira*, *Earlandia*), qui dominent généralement la faune benthique de l'Induen et ont livré de rares conodontes (*Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang) – échantillon T11 – et *Hindeodus parvus* Kozur & Pjatakova – échantillon T13 ; Figs. 4.12–4.15), dont l'association constitue un marqueur de la deuxième zone du Trias [19]. On constate donc le passage d'une sédimentation de plate-forme, constituée de carbonates squelettiques, à une sédimentation dominée par des communautés microbiennes [7]. La courbe isotopique du carbone montre, de plus, une forte variation négative à la base de la formation de Kokarkuyu, soulignant les perturbations importantes de l'environnement qui surviennent à la limite Permien–Trias [6]. Une régression marque également le passage entre les deux formations et pro-

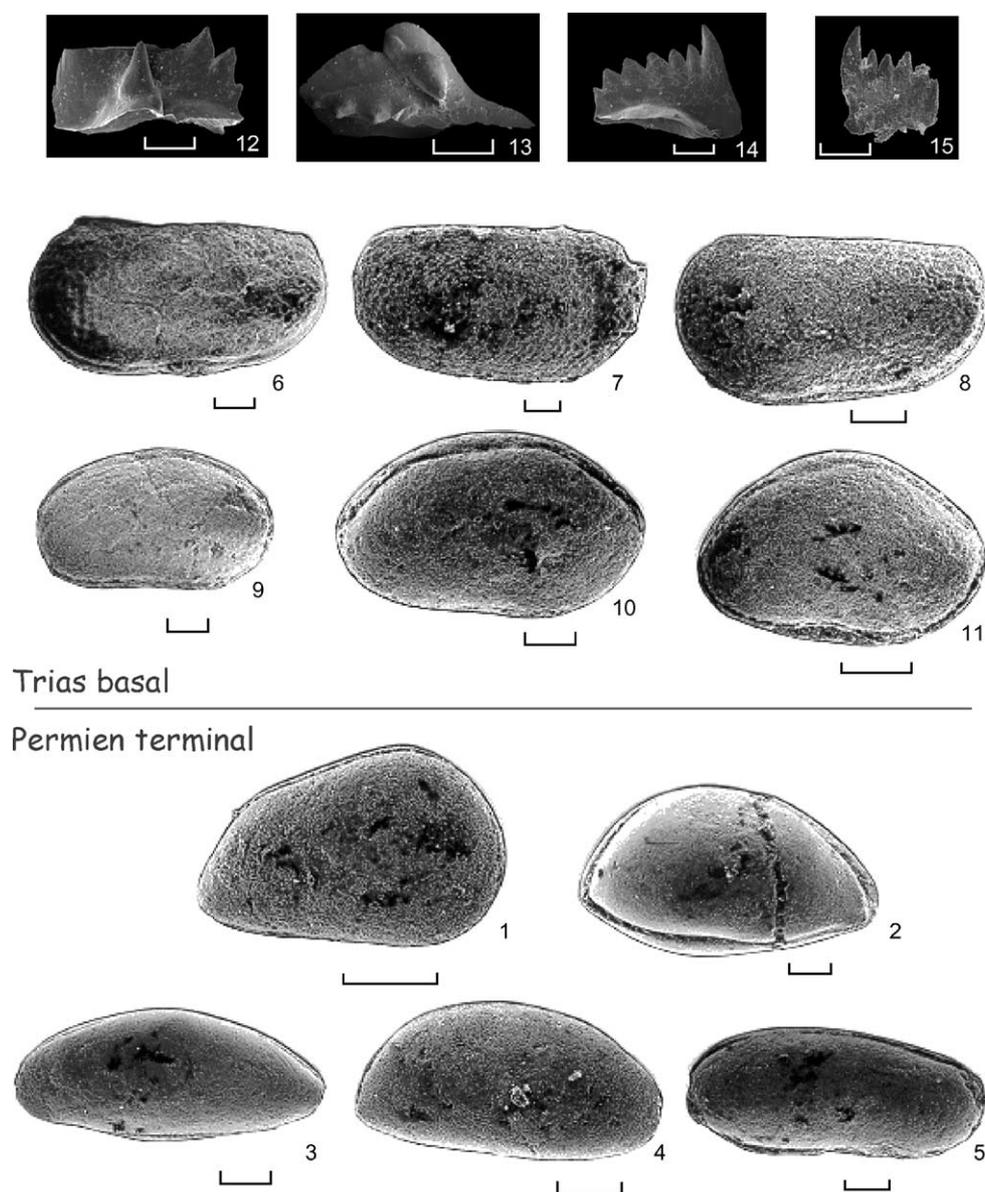


Figure 4. Spécimens représentatifs de la faune d'ostracodes et de conodontes à la limite Permien–Trias dans la coupe du Çürük dağ (Taurides occidentales, Turquie). Barre d'échelle : 100 µm. Toutes les photographies ont été réalisées au CIM de l'UPMC. **1–5** : Permien supérieur, Changsingien ; échantillon 01TK49.1 ; niveau 4, formation de Pamucak. **1.** *Spinocypris* sp. 1 ; vue latérale droite. **2.** *Acratia* sp. 1 ; vue latérale gauche. **3.** *Acratia* sp. 2 ; vue latérale gauche. **4.** *Acratia* sp. 3 ; vue latérale gauche. **5.** *Fabalicypsis* sp. ; vue latérale gauche. **6–15** : Trias basal, Induen ; formation de Kokarkuyu. **6–8** : *Revyia*? sp. 1 ; niveau 11. **6.** Vue latérale gauche ; échantillon 01TK57. **7.** Vue latérale droite ; échantillon 01TK56. **8.** Vue latérale gauche ; échantillon 01TK56. **9.** *Bairdiocypris* sp. 1 ; vue latérale gauche ; échantillon 01TK56 ; niveau 11. **10.** *Bairdia* sp. 1 ; vue latérale gauche ; échantillon 01TK57 ; niveau 11. **11.** *Bairdia* sp. 2 ; vue latérale gauche ; échantillon 01TK57 ; niveau 11. **12.** *Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang), vue latérale. Zone à *I. isarcica* : échantillon T11-3-150, niveau 10. **13.** *Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang), vue supérieure. Zone à *I. isarcica*. Zone. échantillon T11-3a-150, niveau 10. **14.** *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova), vue latérale. Zones à *H. parvus* et *I. isarcica* ; échantillon T13-2b-150, niveau 10. **15.** *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova), vue latérale. Zones *H. parvus* et *I. isarcica*. Échantillon T18-1-150, niveau 11.

Figure 4. Some representative specimens of ostracod and conodont fauna from the Permian–Triassic in the Çürük dağ section (Western Taurides, Turkey). Scale bare: 100 µm. All the pictures were realized at the CMI of UPMC, Paris, France. **1–5**: Late Permian, Changsingian; sample 01TK49.1; level 4, Pamucak Formation. **1.** *Spinocypris* sp. 1; right lateral view. **2.** *Acratia* sp. 1; left lateral view. **3.** *Acratia* sp. 2; left lateral view. **4.** *Acratia* sp. 3; left lateral view. **5.** *Fabalicypsis* sp. 1; left lateral view. **6–15**: Earliest Triassic, Induan; Kokarkuyu Formation. **6–8**: *Revyia*? sp. 1; level 11. **6.** Left lateral view; sample 01TK57. **7.** Right lateral view; sample 01TK56. **8.** Left lateral view; sample 01TK56. **9.** *Bairdiocypris* sp. 1; left lateral view; sample 01TK56; level 11. **10.** *Bairdia* sp. 1; left lateral view; sample 01TK57; level 11. **11.** *Bairdia* sp. 2; left lateral view; sample 01TK57; level 11. **12.** *Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang), lateral view. *I. isarcica* zone. Sample T11-3-150, level 10. **13.** *Isarcicella isarcica staeschei* (Dai & Zhang), upper view. *I. isarcica* zone. Sample T11-3a-150, level 10. **14.** *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova), lateral view. *H. parvus* and *I. isarcica* zones. Sample T13-2b-150, level 10. **15.** *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova), lateral view. *H. parvus* and *I. isarcica* zones. Sample T18-1-150, level 11.

voque une lacune probable du Changsingien supérieur et éventuellement du Griesbachien inférieur.

3. Les ostracodes de la coupe du Çürük dağ

Au Permien terminal (échantillons 01TK43-51 et 01TK60-64), l'assemblage découvert dans la coupe du Çürük dağ est en tous points comparable aux assemblages de la Téthys. Il est composé majoritairement ici de Bairdiacea (principalement les genres *Bairdia*, *Acratia*, *Fabalicypriis*, *Bairdiocypris*) et de Cypridacea (genre *Spinocypris*). Nous noterons l'absence de Palaeocopidae, peut-être due à un environnement trop profond. Les ostracodes présents dans le Permien terminal sont caractéristiques d'un milieu marin franc, ouvert, de type circalittoral, en zone tropicale. Dans ces niveaux, contrairement aux foraminifères (C. Jenny, comm. pers.), les ostracodes (Figs. 4.1–4.5) ne présentent pas de formes aberrantes ou de nanisme généralisé. La taille moyenne des spécimens observés ici est légèrement inférieure à celle des individus du Permien moyen et supérieur (voir par exemple [9, 10]), mais est tout à fait du même ordre que les dimensions observées sur l'ensemble des formes du Paléozoïque supérieur de la Téthys.

Dans les premiers niveaux du Trias (01TK58–01TK00), les ostracodes sont représentés, là aussi, par des Bairdiacea (Figs. 4.9–4.11) (principalement le genre *Bairdia*) et par des Palaeocopes (Kirkbyacea – genre *Revyia* ?) (Figs. 4.6–4.8). Cet assemblage, qui montre une diversité générique et spécifique indéniablement plus faible que celle observée dans les derniers niveaux du Permien, semble indiquer un milieu un peu moins profond et/ou soumis à des variations de salinité, toujours situé en zone tropicale.

Les Palaeocopes, ostracodes à bord dorsal droit, ont été longtemps considérés comme s'éteignant au cours du Permien, leur présence constituant un marqueur du Paléozoïque. Toutefois, des Palaeocopes ont été signalés ponctuellement dans le Trias inférieur (formations de Feih sienkuan de l'Induen et Jialingjiang de

l'Olénékien) de Chine du Sud dans le Sichuan et à Guizou [14, 30, 31] et au Pakistan (membre Narmia de la formation Mianwali de l'Olénékien [29]).

L'étude systématique détaillée des faunes est en cours [11].

Les ostracodes de la base de la formation de Kokarkuyu dans la coupe du Çürük dağ sont donc les formes triasiques les plus anciennes découvertes à ce jour (zone à *staeschei*).

Les Palaeocopes présents ici, des Kirkbyacea, sont les plus jeunes jamais observés hors de Chine du Sud et du Pakistan.

La présence des Palaeocopes dans le Trias basal et la similitude entre les assemblages du Permien et ceux de l'Induen suggèrent qu'il s'agit de faunes ayant survécu aux événements de la crise de la fin du Paléozoïque. Cette nouvelle découverte conforte nos premières investigations [8, 21], selon lesquelles le renouvellement majeur chez les ostracodes se produit au Trias moyen et supérieur, plus vraisemblablement qu'à la limite Permien–Trias.

Les assemblages survivants après une extinction en masse sont généralement dominés par des taxons à vaste répartition géographique et à grande tolérance paléoenvironnementale [13]. Le genre *Bairdia* présente effectivement une vaste répartition paléogéographique ; en revanche, ses tolérances paléoécologiques sont limitées. La situation est exactement inverse pour les Palaeocopidae. Des investigations supplémentaires seront nécessaires pour élucider ce point.

Le développement des stromatolites opportunistes à la base de la formation Kokarkuyu est en accord avec l'existence d'un « intervalle de survie » au-dessus de la limite Permien–Trias. La faible diversité observée de l'assemblage d'ostracodes dans les niveaux de base de la formation Kokarkuyu témoigne de cet intervalle avant la diversification qui se produira plus tard (sensu [13]). Ces observations montrent que « l'intervalle de survie », de très courte durée, correspond au minimum aux premières biozones du Trias inférieur. Ceci est en accord avec Erwin [13], qui postule 1 à 3 Ma de durée pour cet intervalle.

Remerciements. Les auteurs remercient MM. les Pr. Jean Dercourt et Maurizio Gaetani pour leurs critiques constructives. Nous tenons à exprimer notre gratitude à l'association *Naturalia & Biologia*, qui a permis la mission de terrain de S.C.-S.

Références

- [1] P.N. Agarwal, Scythian Ostracodes from the 'Khunamuh Formation', Khreuh, Kashmir Himalayas, *Curr. Sci.*, Bangalore 48 (10) (1979) 442–443.
- [2] P.N. Agarwal, A record of Lower Triassic Ostracodes from Guryul Ravine, Kashmir, *Geosci. J.*, Lucknow 1 (1) (1980) 93–94.
- [3] P.N. Agarwal, An account of marine Triassic Ostracodes and their possible utility in biostratigraphy, with special reference to

Judahella SOHN, in certain Lower Triassic sections in Kashmir Himalaya, in : *Proc. IXth Indian Coll. Micropal. Strat.*, 1981, pp. 146–155.

[4] D. Altiner, Recherches stratigraphiques et micropaléontologiques dans le Taurus oriental au NW de Pinarbasi (Turquie), thèse, université de Genève, Suisse, 1981, 205 p.

[5] R. Ardens, J.-P. Colin, H. Kozur, Sur la présence de Scythien supérieur fossilifère dans la chaîne du Vardoussia (Grèce continentale)

tale). Conséquences paléogéographiques, C. R. somm. Soc. géol. France 3 (1979) 132–135.

[6] A. Baud, W.T. Holser, M. Magaritz, Permian-Triassic of the Tethys: carbon isotope studies, *Geol. Rundsch.* 78 (1989) 1–25.

[7] A. Baud, S. Cirilli, J. Marcoux, Biotic response to mass extinction: the Lowermost Triassic microbialites, *Facies* 36 (1997) 238–242.

[8] S. Crasquin-Soleau, F. Lethiers, Le relais évolutif des Ostracodes à la crise du Permo-Trias, *Évolution et Environnement des Organismes Microscopiques*, in: Colloque GDR 88 du CNRS (biologistes et micropaléontologistes), MNHN, Paris, 18–19 septembre 1995, p. 1.

[9] S. Crasquin-Soleau, A. Baud, New Permian ostracods of Greece (Hydra Island), *J. Micropalaeontol.* (London) 17 (1998) 131–152.

[10] S. Crasquin-Soleau, J. Broutin, J. Roger, J.-P. Platel, L. Angiolini, A. Baud, H. Bucher, A. Al Hasmi, J. Marcoux, First ostracod fauna from the Upper Permian of Oman (Khuff Formation), *Micropalaeontology* 45 (2) (1999) 163–182.

[11] S. Crasquin, S. Richoz, J. Marcoux, L. Angiolini, A. Nicora, A. Baud, Les ostracodes du Taurus (Sud-Ouest de la Turquie) à la limite Permien–Trias (en préparation).

[12] D.H. Erwin, *The great Paleozoic crisis: life and death in the Permian*, Columbia University Press, New York, 1993, 327 p.

[13] D.H. Erwin, The end and the beginning: recoveries from mass extinctions, *TREE* 13 (9) (1998) 344–349.

[14] W.-C. Hao, Early Triassic Ostracods from Guizhou, *Acta Micropalaeontol. Sin.* 9 (1) (1992) 37–44 (en chinois).

[15] F. Hirsch, E. Gerry, Conodont- and Ostracod-Biostratigraphy of the Triassic in Israel, *Schreibe erwdiss. Komm. österr. Akad. Wiss.* 2 (1974) 107–112.

[16] H. Kozur, Die Bairdiacea der Trias. Teil 3: Einige neue Arten triassischer Bairdiacea und Bemerkungen zur Herkunft der Macrocyprididae (Cypridacea), *Geol. Paläont. Mitt. Ibk., Innsbruck* 1 (6) (1971) 1–18.

[17] H. Kozur, Einige Bemerkungen zur Systematik der Ostracoden und Beschreibung neuer Platycypida aus der Trias Ungarns und der Slowakei, *Geol. Paläont. Mitt. Ibk., Innsbruck* 2 (10) (1972) 1–27.

[18] D.M. Kukhtinov, S. Crasquin-Soleau, Upper Permian and Triassic of the Precaspian Depression: stratigraphy and palaeogeography, in: S. Crasquin-Soleau, P. De Wever (Eds.), *Peri-Tethys stratigraphic correlations 3*, *Geodiversitas* 21 (3) (1999) 325–346.

[19] X. Lai, S. Mei, On zonation and evolution of Permian and Triassic conodonts, in: Yin et al. (Eds.), *Permian and Triassic evolution of Tethys and Western Circum-Pacific*, *Dev. Paleontol. Strat.* 18 (2000) 371–392.

[20] F. Lethiers, *Évolution de la biosphère et événements géologiques*, Gordon and Breach Science Publishers, 1998, 321 p.

[21] F. Lethiers, S. Crasquin-Soleau, *Évolution des Ostracodes lors des événements du Permo-Trias*, Association des géologues du Permien, Journées thématiques, 16 juin 1995.

[22] M. Lys, J. Marcoux, Les niveaux du Permien supérieur des Nappes d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie), *C. R. Acad. Sci. Paris* 286 (1978) 1417–1420.

[23] J. Marcoux, Analyse des unités des nappes calcaires d'Antalya. Implications paléogéographiques et contraintes paléostratigraphiques, *Rapp. Comm. Int. Mer Méditerranée* 25–26 (1979) 157–158.

[24] J. Marcoux, A. Baud, The Permo-Triassic boundary in the Antalya Nappes (Western Taurides, Turkey), *Mem. Soc. Geol. It.* 34 (1986) 243–252.

[25] J. Marcoux, L.E. Ricou, J.-P. Burg, J.-P. Brun, Shear-sense criteria in the Antalya and Alanya thrust system (southwestern Turkey): evidence for a southward emplacement, *Tectonophysics* 161 (1989) 81–91.

[26] G.F. Schneider, Fauna ostrakod verkhnepermiskikh otlozhenii (Tatarskii i Kasanskii yarusy) neftenosniskh raionov SSR, *Vses. Neft. Nauch-Issled. Geologo-Razv. Inst. (VNIGRI)* 31 (1948) 21–28 (en russe).

[27] G.F. Schneider, Fauna ostrakod nizhnetriassovykh otlozhenii Prikaspiiskoi nizmennosti, in: I.O. Brod (Ed.), *Geologiya i neftegazonosnost yuga SSSR, Turkmenistan i Zapadnyi Kazakhstan*. Akad. nauk SSSR, Kompleksnaia yuzhnaya Geologicheskaya Ekspeditsiya, *Trudy* 5 (1960) 287–303 (en russe).

[28] J.J. Sepkoski Jr., A compendium of fossil marine families, 2nd edn., Milwaukee Publ. Mus. *Contrib. Biol. Geol.*, Vol. 83, 1992, pp. 1–156.

[29] I.G. Sohn, Early Triassic marine ostracodes from the Salt Range and Surghar Range, West Pakistan, in: B. Kummel, C. Teichert (Eds.), *Stratigraphic boundary problems: Permian and Triassic of West Pakistan*, Dept. Geol., Univ. Kansas, Spec. Publ., Lawrence 4 (1970) 149–206.

[30] S.Q. Wang, Late Permian and Early Triassic Ostracods of Western Guizhou and Northeastern Yunnan, *Acta Palaeontol. Sin.* 17 (3) (1978) 277–312 (en chinois).

[31] Wei Ming, Early and Middle Triassic Ostracods from Sichuan, *Acta Palaeontol. Sin.* 20 (6) (1981) 501–510 (en chinois).