

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	76 (1983)
Heft:	2
Artikel:	Données pétrochimiques et géochronologiques sur le magmatisme de la péninsule de Bodrum, sud-ouest de la Turquie
Autor:	Pikin, Özkan / Delaloye, Michel / Fontignie, Denis
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-165363

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Données pétrochimiques et géochronologiques sur le magmatisme de la péninsule de Bodrum, sud-ouest de la Turquie

ÖZKAN PIŞKIN¹), MICHEL DELALOYE²) et DENIS FONTIGNIE²)

RÉSUMÉ

Les monzodiorites intrusives, les trachytes, les latites, les latites-andésites et les rhyolites, principales roches magmatiques de la péninsule de Bodrum, présentent un caractère calco-alcalin. Trois datations sur roche totale et une datation sur biotite donnent pour les monzodiorites des âges de 12.5 ± 0.3 M.a. et 13.4 ± 0.3 M.a., pour les volcanites 11.9 ± 0.3 M.a. et 17.6 ± 1.2 M.a. L'âge sur isochrone est de 10.6 ± 0.2 M.a. avec une légère surpression d'argon.

ÖZET

Bodrum yarımadasının başlıca magmatik kayaç türlerini oluşturan intrüzif monzodiyoritler, traktitler, latitler, latit-andezitler ve riyolitler kalko-alkalen niteliktedir. Üçü tüm kayaç biri biyotit üzerine gerçekleştirilen radyometrik ölçümelerle, monzodiyoritlerde 12.5 ± 0.3 M.y. ve 13.4 ± 0.3 M.y.; volkanitlerde ise 11.9 ± 0.3 M.y. ve 17.6 ± 1.2 M.y. yaşları elde edilmiştir. Izokron üzerinde yaş 10.6 ± 0.2 M.y. olup zayıf bir Ar sürpresyonu gösterir.

1. Introduction

Au sud-ouest de l'Anatolie, la presqu'île de Bodrum (fig. 1) constitue l'extrême occidentale géographique de l'Unité tectonique des Taurus. Elle s'en sépare cependant par ses minéralisations en Pb-Zn-Cu qui sont à mettre en relation avec le magmatisme récent de l'Anatolie occidentale et des îles égéennes (PIŞKIN 1979, PIŞKIN & BERTRAND 1980). Il s'agirait dans ce secteur, ainsi que dans les îles orientales égéennes, de la prolongation vers l'ouest des «Nappes Lyciennes» (DE GRACIANSKY 1972). Dans la partie riche en roches volcaniques de la péninsule, on peut observer une tectonique cassante dont les principales orientations sont WNW-ESE et NNW-SSE. Elles contrôlent la structure en horst et graben de la région.

Parmi les travaux antérieurs concernant ce secteur, certains sont orientés vers l'étude des minéralisations et la pétrographie des roches associées à ces gisements (D'ARCHIARDI 1902, in BURRI et al. 1967, ANDRÄ 1905, ÖZÇİÇEK & ÖZÇİÇEK 1977, PIŞKIN 1979, PIŞKIN & DELALOYE 1979, PIŞKIN & BERTRAND 1980), tandis que

¹) Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh-Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bornova/Izmir, Turquie.

²) Département de Minéralogie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève 4.

d'autres traitent de la géologie et du volcanisme (BIANCHI 1929, BURRI et al. 1967, BERNOLLI et al. 1974, ALTHERR et al. 1976, FYTIKAS et al. 1976, ROBERT 1976, ROBERT & CANTAGREL 1977).

La presqu'île comprend des roches sédimentaires, plus particulièrement représentées à l'est, tandis que leurs dérivés métamorphiques et les roches magmatiques sont plus développées à l'ouest (fig. 1).

La série sédimentaire est constituée, de bas en haut, de calcaires blancs massifs et de dolomies grises (formation de Gereme) d'âge liasique; des alternances de calcaires argileux jaunes, des calcilutites jaunes d'aspect de marbre, des calcarénites grossières à rognons de silex d'âge dogger à malm; des calcilutites grises bien stratifiées, des calcarénites à rognons de silex (formation de Çal Dağ) d'âge crétacé inférieur; des greywackes et des schistes à éléments calcaires, des brèches à éléments de cherts, des olistolites calcaires (formation de Karabörtlen-Wildflysch) d'âge crétacé supérieur; des tuffs et des cinérites d'âge miocène (BERNOULLI et al. 1974).

Différents éléments de cette série ont été transformés par le métamorphisme de contact dû aux intrusions de roches magmatiques. Ainsi, à Kadıkalesi, les dolomies grises de la formation de Gereme apparaissent sous forme de marbres dolomitiques; une partie de la formation de Karabörtlen se présente en cornéennes. Près du village de Girelbelen, les roches carbonatées se sont transformées en skarns montrant une minéralogie très riche (PiŞKIN 1979, PiŞKIN & DELALOYE 1979).

Dans la partie occidentale de la presqu'île, les roches plutoniques sont abondantes. Elles forment un stock à Kadıkalesi, et un petit affleurement à Girelbelen. Les roches volcaniques se rencontrent soit en dykes, soit en coulées recouvrant les formations sédimentaires, les roches plutoniques et les métamorphites.

2. Données pétrochimiques

a) *Roches plutoniques*

Les roches plutoniques, de caractère monzodioritique apparaissent à Kadıkalesi et à proximité de Girelbelen (fig. 1). L'intrusion de Kadıkalesi forme un affleurement elliptique dont le grand axe mesure environ 1 km. Il est orienté nord-sud. Ce stock est limité à l'est par des hornfels dont les faciès varient en fonction de la distance au contact entre des cornéennes à hornblende et des cornéennes à albite et épidoite (PiŞKIN 1979). A l'ouest, le même stock est recouvert par des alluvions.

La monzodiorite est souvent constituée de minéraux de taille centimétrique. Par place et particulièrement dans les zones bordières du stock, elle prend un aspect porphyrique à phénocristaux de feldspaths. Ce faciès se prolonge parfois, sous forme de dykes, dans les hornfels.

L'étude microscopique des échantillons prélevés de l'intérieur du stock révèle une structure hypidiomorphe grenue; la présence de plagioclase souvent zoné (40% An), d'orthose en voie de kaolinisation, de quartz xénomorphe, de biotite, d'augite transformée en bordure en hornblende verte, d'apatite, de sphène-leucoxène, de zircon et de minéraux opaques.

Le deuxième affleurement de monzonites est de dimension beaucoup plus modeste. Il se situe à l'ouest du village de Girelbelen. Par rapport aux roches

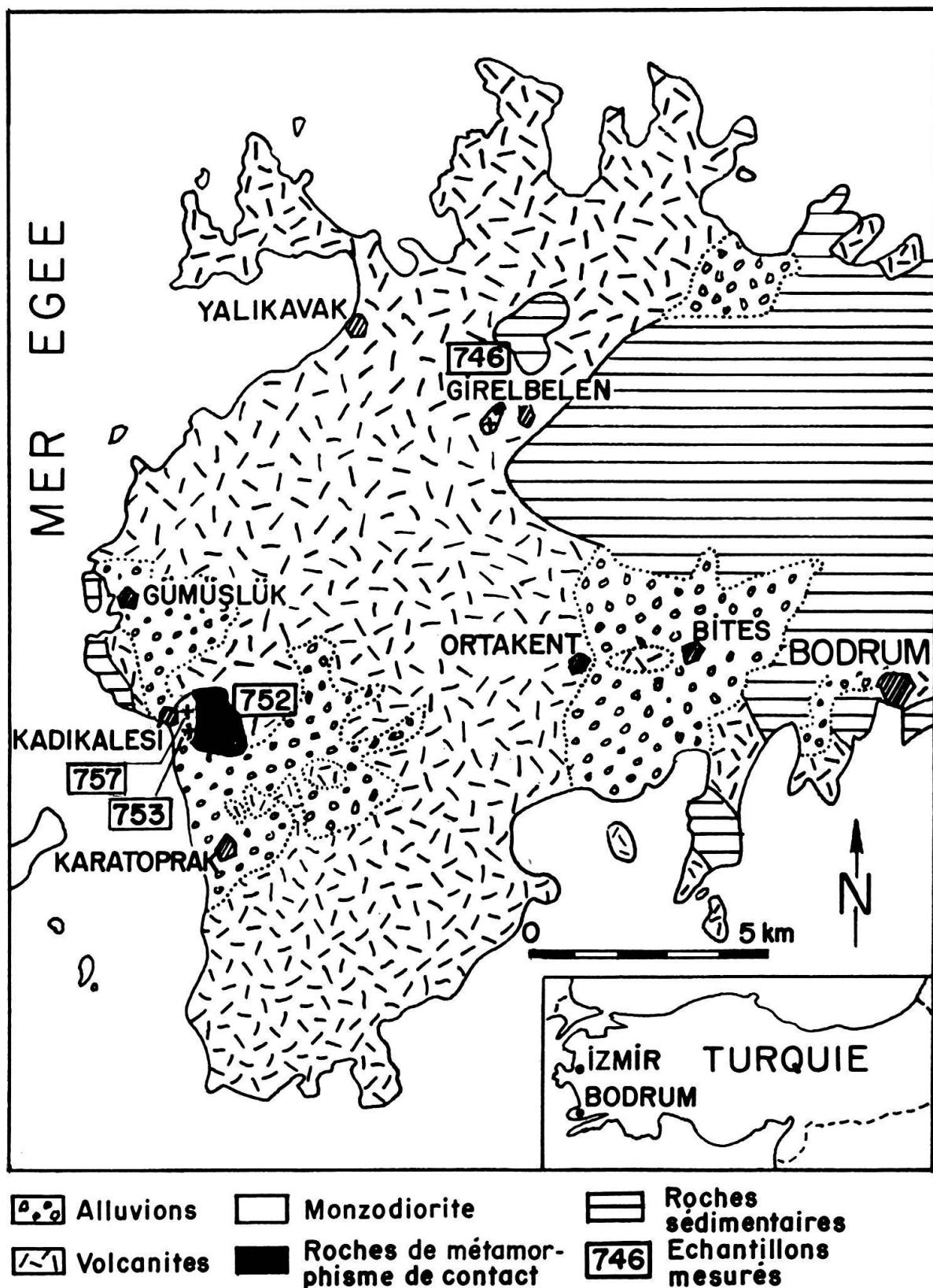


Fig. 1. Carte géologique simplifiée et croquis de situation de la presqu'île de Bodrum en Anatolie occidentale.

Tableau 1: Analyses chimiques des roches magmatiques de la presqu'île de Bodrum.

	757 monzodiorite de Kadikalesi	753 monzodiorite de Kadikalesi faciès de bordure	747 monzodiorite de Girelbelen f.de bordure	752 trachyte	751 latite	755 latite	744 latite- andésite	746 rhyolite	749 rhyolite
SiO ₂	58.39	61.49	54.63	60.14	58.17	62.20	61.49	62.66	70.94
Al ₂ O ₃	17.39	15.54	17.74	17.54	15.57	15.58	16.95	10.83	18.10
TiO ₂	0.67	0.66	0.92	0.34	0.70	0.60	0.88	0.46	0.22
FeO	3.02	1.54	3.33	0.39	1.98	1.88	2.92	2.40	0.17
Fe ₂ O ₃	3.24	3.06	4.00	1.88	3.56	3.00	3.83	3.36	0.07
CaO	5.48	7.85	8.22	3.96	7.57	4.96	7.35	4.67	1.15
MgO	3.18	2.67	4.56	2.26	4.00	2.68	3.92	4.24	0.22
Na ₂ O	3.54	1.37	1.53	2.24	1.73	2.44	2.87	2.51	3.33
K ₂ O	3.03	3.21	2.78	5.62	4.70	4.50	2.38	0.84	5.24
MnO	0.13	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.11	0.10	0.10
P ₂ O ₅	0.51	0.86	0.92	0.37	0.81	0.52	0.67	0.46	0.02
H ₂ O ⁺	0.13	1.21	0.88	2.32	1.09	0.75	0.31	3.58	0.07
CO ₂	0.84	--	0.01	3.38	0.07	0.55	0.26	3.96	--
	99.55	99.53	99.64	100.51	100.02	100.73	99.57	100.17	100.22
Indice de série "S" de Rittmann	2.80	1.20	1.59	3.60	2.72	2.50	1.49	0.57	2.62

plutoniques de Kadikalesi, la monzodiorite de Girelbelen présente une granulométrie plus fine, une coloration plus foncée, mais une minéralogie presque identique.

Les analyses chimiques de ces monzodiorites (tabl. 1) montrent des différences en SiO₂ et CaO entre les faciès du centre du massif et ceux de la bordure. Elles s'expliquent essentiellement par le métamorphisme de contact. Les valeurs «S» de la série de RITTMANN (1963) placent ces roches dans le domaine calco-alcalin de la Province Pacifique.

b) Roches volcaniques

L'étude des roches volcaniques couvrant une grande superficie a été effectuée en détail dans les régions voisines des minéralisations de Kadikalesi et de Girelbelen. Les variétés pétrographiques distinguées dans ces régions sont les trachytes, les latites, les latites-andésites et les rhyolites.

Dans la région de Kadikalesi, les trachytes forment des dykes recoupant les roches sédimentaires et parfois les latites-andésites. Ces roches sont généralement silicifiées, et présentent des structures pilotaxiques et trachytiques. La matrice est constituée de feldspath potassique, de quartz et de microlites d'albite. Les phénocristaux sont: la sanidine kaolinisée ou pseudomorphosée par la calcite, parfois le quartz, la biotite altérée ou la hornblende. La pyrite oxydée et le sphène-leucoxène sont des minéraux accessoires.

Les latites affleurent souvent au sud-est de Kadikalesi sous forme de dykes de 1 à 10 m d'épaisseur qui recoupent surtout les marbres dolomitiques. De structure porphyrique, la pâte des latites est holocristalline et composée de feldspath potassi-

que, d'oligoclase, de quartz et de clinopyroxène fortement ouralitisé et chloritisé. Les phénocristaux sont du plagioclase (20-25% An) en voie de transformation en chlorite-épidote et de la hornblende. L'épidote remplit les fissures de la roche, tandis que le sphène-leucoxène et les grains opaques constituent les minéraux accessoires.

Les latites-andésites occupent les plus grandes superficies de la péninsule. Elles couvrent d'une part les formations sédimentaires et recoupent d'autre part, sous forme de filons, les métamorphites. Elles présentent rarement un aspect agglomératique. Généralement de structure porphyrique, on peut observer par place des latites à structure fluidale. La transformation en carbonates et la silicification de la pâte apparaissent par taches irrégulières. La pâte est formée d'oligoclase-andésine, de feldspath potassique, de quartz et d'augite ouralitisée et chloritisée. Le plagioclase (32% An) se transforme en épidote + chlorite + quartz + carbonate; la biotite et la hornblende forment rarement des phénocristaux. Le sphène-leucoxène et très peu de grains opaques sont les minéraux accessoires.

Les rhyolites, de couleur gris-verdâtre, à petits phénocristaux, sont particulièrement abondantes dans la région de Girelbelen. Les cristaux de feldspath, conférant à la roche un aspect prophyrique, sont transformés en calcite + séricite + quartz. Les paillettes de biotite sont rares. La pâte microlitique et hyaline est chloritisée au cours de la dévitrification; elles renferme du carbonate et du quartz cryptocrystallin. Les vacuoles de la roche sont remplies par de la calcite, du quartz et de la chlorite. De petits grains opaques forment des groupements irréguliers. Avec l'augmentation du verre, les rhyolites accusent une texture fluidale. Dans ces variétés, les petits phénocristaux de sanidine et d'albite sont rongés et séricités; la matière hyaline est transformée en sphérolites de feldspath + quartz. La pyrite, le leucoxène et les oxydes de fer s'accumulent en soulignant les directions d'écoulement.

Le chimisme des principales variétés de roches volcaniques (tabl. 1) de la région précise, grâce à leurs indices «S» de RITTMANN (1963), leur caractère calco-alcalin.

3. Données géochronométriques

Afin de préciser l'âge du magmatisme de la péninsule de Bodrum, deux échantillons de monzodiorite et deux échantillons de roches volcaniques (fig. 1) ont été datés radiométriquement.

Les déterminations des concentrations en potassium ont été effectuées par absorption atomique sur un appareil Pye Unicam à double faisceau. Chaque échantillon est analysé deux fois.

L'argon est dosé par dilution isotopique au moyen d'un spectromètre de masse AEI-MS 10S équipé d'un aimant permanent de 4100 Gauss. Le traceur ^{38}Ar provient de Schumacher, Berne, il a une pureté de 99.98%. Des calibrations sont effectuées régulièrement au moyen des standards internationaux LP-6 et P-207 et d'un étalon interne. Les constantes et les facteurs de conversion sont ceux recommandés par la Sous-Commission de Géochronologie (STEIGER & JÄGER 1977).

Les analyses ont été effectuées sur la roche totale des échantillons 753, 752, 746 et sur la biotite de l'échantillon 757 (tabl. 2).

Dans la région étudiée, il est difficile de récolter des échantillons de roches volcaniques ayant totalement échappé à l'altération hydrothermale. Malgré le soin apporté au choix des échantillons datés, certains effets de cette altération peuvent être décelés.

Tableau 2: *Données géochronométriques K-Ar.*

	% K	Age en M.a.	^{40}Ar rad /g 10^{-11} moles	% ^{40}Ar rad	$^{40}\text{Ar} / ^{36}\text{Ar}$	$^{40}\text{K} / ^{36}\text{Ar}$
KA-1389	6.088	12.5 \pm 0.3	13.23 \pm 0.15	50.5 \pm 0.1	5.97 \pm 0.01	41.45 \pm 0.95
KA-1390	4.225	13.4 0.3	9.85 0.15	40.6 0.4	4.98 0.04	25.97 0.62
KA-1391	3.337	11.9 0.3	6.89 0.08	55.1 0.3	6.59 0.04	52.48 1.25
KA-1361	1.300	17.6 1.2	4.00 0.25	25.0 1.5	3.94 0.08	9.59 0.31

Les âges absolus individuels sont compris entre 9 et 17 M.a. En revanche les rapports $^{40}\text{Ar} / ^{36}\text{Ar}$ et $^{40}\text{K} / ^{36}\text{Ar}$ calculés permettent de construire un diagramme de type «isochrone» montrant que tous les échantillons ont le même âge de 10.7 ± 0.2 M.a. et qu'une légère suppression d'argon ($^{40}\text{Ar} / ^{36}\text{Ar} = 336.4 \pm 4.1$) peut être mise en évidence. Le coefficient de corrélation des points sur l'isochrone est de 0,9997. On peut conclure que le magmatisme calco-alcalin s'est produit au Miocène supérieur (Tortonien). Il faut remarquer que la tendance observée par BINGÖL et al. (1982) d'un rajeunissement progressif des roches magmatiques entre le nord et le sud de l'Anatolie occidentale trouve ici un prolongement au-delà du massif du Menderès.

4. Conclusions

Le magmatisme de la presqu'île de Bodrum se caractérise par des roches plutoniques et volcaniques. Les roches plutoniques forment des intrusions monzodioritiques, au contact desquelles des marbres, des hornfels et des skarns se développent. Comme les monzodiorites, les variétés volcaniques, les trachytes, les latites, les latites-andésites et les rhyolites semblent être le produit d'un même magmatisme, de caractère calco-alcalin et d'âge miocène-pliocène. Ce magmatisme a aussi été observé par ALTHERR et al. (1976, 1982) à l'île de Kos au sud-ouest de la péninsule. ROBERT & CANTAGREL (1977) ont attribué un âge semblable au volcanisme basaltique du sud-est de la mer Egée.

BIBLIOGRAPHIE

- ALTHERR, R., KELLER, J., & KOTT, K. (1976): Der jungtertiäre Monzonit von Kos und sein Kontakthof (Ägäis, Griechenland). – Bull. Soc. géol. France 18/2, 403-412.
- ALTHERR, R., KREUTZER, H., WENDT, I., LENZ, H., WAGNER, G. A., KELLER, J., HARRE, W., & HOEHN-DORF, A. (1982): A late Oligocene/early Miocene high Temperature Belt in the Attic-Cycladic Crystalline Complex (SE Pelagonian, Greece). – Geol. Jb. E23, 97-164.
- ANDRÄ, B. E. (1905): Eruptivgesteine im Nordwesten Kleinasiens. – Diss. Univ. Leipzig.
- BERNOULLI, D., GRACIANSKY, P. C. DE, & MONOD, O. (1974): The extension of the Lycian Nappes (SW-Turkey) into the Southeastern Aegean islands. – Eclogae geol. Helv. 67, 39-90.
- BIANCHI, P. (1929): Le rocce effusive del Dodecaneso. – Bull. Soc. geol. ital. 48/3, 1-48.
- BINGÖL, E., DELALOYE, M., & ATAMAN, G. (1982): Granitic intrusions in western Anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area. – Eclogae geol. Helv. 75, 437-446.
- BURRI, C., TATAR, Y., & WEIBEL, M. (1967): Zur Kenntniss der jungen Vulkanite der Halbinsel Bodrum (SW-Turkey). – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 47, 833-852.

- FYTİKAS, K., GIULIANI, O., INNOCENTI, F., MARINELLI, G., & MAZZUOLI, R. (1976): Geochronological data on Recent magmatism of the Aegean sea. - *Tectonophysics* 31, 29-34.
- GRACIANSKY, P.C. DE (1972): Recherches géologiques dans le Taurus Lycien. - Thèse Univ. Paris-Sud (Orsay) 876.
- ÖZCİCEK, H., & ÖZCİCEK H. (1977): Bodrum-Karatoprak dolayinin Cu-Pb-Zn Cevherleşmesi jeoloji Etüdü. - M.T.A. rapport (inédit).
- PIŞKİN, Ö. (1979): Kadikalesi-Girelbelen (Turgutreis: Muğla) Pb-Zn-Cu Cevherlesmelerinin Mineralojik-jenetik incelemesi. - Thèse d'habil. Univ. d'Egée, Bornova-Izmir.
- PIŞKİN, Ö., & DELALOYE, M. (1979): A New Occurrence of thaumasite near Bodrum, SW Turkey. - *Arch. Sci. Genève* 32/3, 275-277.
- PIŞKİN, Ö., & BERTRAND, J. (1980): Les minéralisations de plomb, zinc et cuivre de Kadikalesi (Presqu'île de Bodrum, Turquie). - *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 60, 45-68.
- STEIGER, R., & JÄGER, E. (1977): Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. - *Earth and planet. Sci. Lett.* 36, 359-362.
- rittmann, A. (1963): Les volcans et leur activité (éd. franç. par H. Tazieff). - Masson & Cie., Paris.
- ROBERT, U. (1976): Données nouvelles sur le volcanisme du Sud-Est de la mer Egée: Existence d'un épisode à caractère alcalin. - *Int. Congr. on thermal waters, geotherm. energy and volcanism of the Mediterranean area, Athens, abstr.* 25.
- ROBERT, U., & CANTAGREL, J. M. (1977): Le volcanisme basaltique dans le Sud-Est de la mer Egée. Données géochronologiques et relations avec la tectonique. - *Proc. 6th Colloq. geol. of the Aegean region, Athens*, p. 961-968.

