

EVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA PLAINE DE KONYA (TURQUIE) PENDANT L'Holocène

Catherine Kuzucuoğlu, Michel Fontugne, Mustafa Karabiyikoğlu, et Christine Hatté

Résumé. La Plaine de Konya, dans les plateaux endoréiques et semi-arides d'Anatolie intérieure, correspond à un ancien lac (21-17000 BP) qui a connu des remises en eau partielles pendant l'Holocène. Plusieurs séquences sédimentaires relevées dans des coupes et dans la partie supérieure d'un sondage carotté permettent de reconstituer, dans cinq sous-bassins, la succession des modifications environnementales pendant l'Holocène. Les analyses sédimentologiques caractérisent les milieux de sédimentation (lacs, marécages, paléosols, dépôts éoliens...). Des datations C fournissent le cadre chronologique. A partir de l'assèchement de 11000 BP (Dryas récent), des alternances périodes "humides" - périodes "sèches" sont observées et datées. Après la mi-Holocène, des incertitudes pèsent sur les causes des modifications environnementales observées, les impacts négatifs ou positifs du développement des sociétés et des aléas de leur histoire sur la gestion des ressources naturelles devenant difficilement distinguables des impacts d'une dégradation ou d'une amélioration climatique. Cependant, certaines crises de l'Holocène récent apparaissent déclenchées par des phénomènes climatiques: à une période humide du début du sixième millénaire suit un épisode de "désertification" qui correspondrait à l'épisode de sécheresse régionale mis en évidence ailleurs au Proche-Orient.

Summary. Located in the endoreic and semi-arid plateaus of inner Anatolia, the Konya Plain corresponds to a Glacial lake (21-17,000 years BP) where lakes and marshes reappeared partly and temporarily during the Holocene. In five sub-basins of the plain, several sequences studied in open sections and in the upper part of a core allow us to propose a chronological scheme and to evidence environmental variations during the Holocene. The characterization of past environments is based on sedimentological analyses on lacustrine, marshy, soil and aeolian deposit successions. The chronological frame is based on a series of ^{14}C dates. Interpretation of results shows increasing dryness from the beginning of the Younger Dryas (ca. 11,000 ^{14}C conv. years BP), followed by, after ca. 8,000 years BP, alternances of "humid" and "dry" periods. After the mid-Holocene drought which is marked by the construction and mobilization of sand dunes, the causes of environmental changes observed are difficult to assess: either they are linked to negative or positive impacts of human activities on the availability of the water resources or on the stability of soils, or they represent decreasing or increasing variations in rainfall amounts. However, some recent Holocene environmental changes seem to record some recent climatic changes, such as a more humid period at the beginning of the 6th millennium BP, followed by a severe drought which has been evidenced in other regions of the Near East.

1. INTRODUCTION : PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

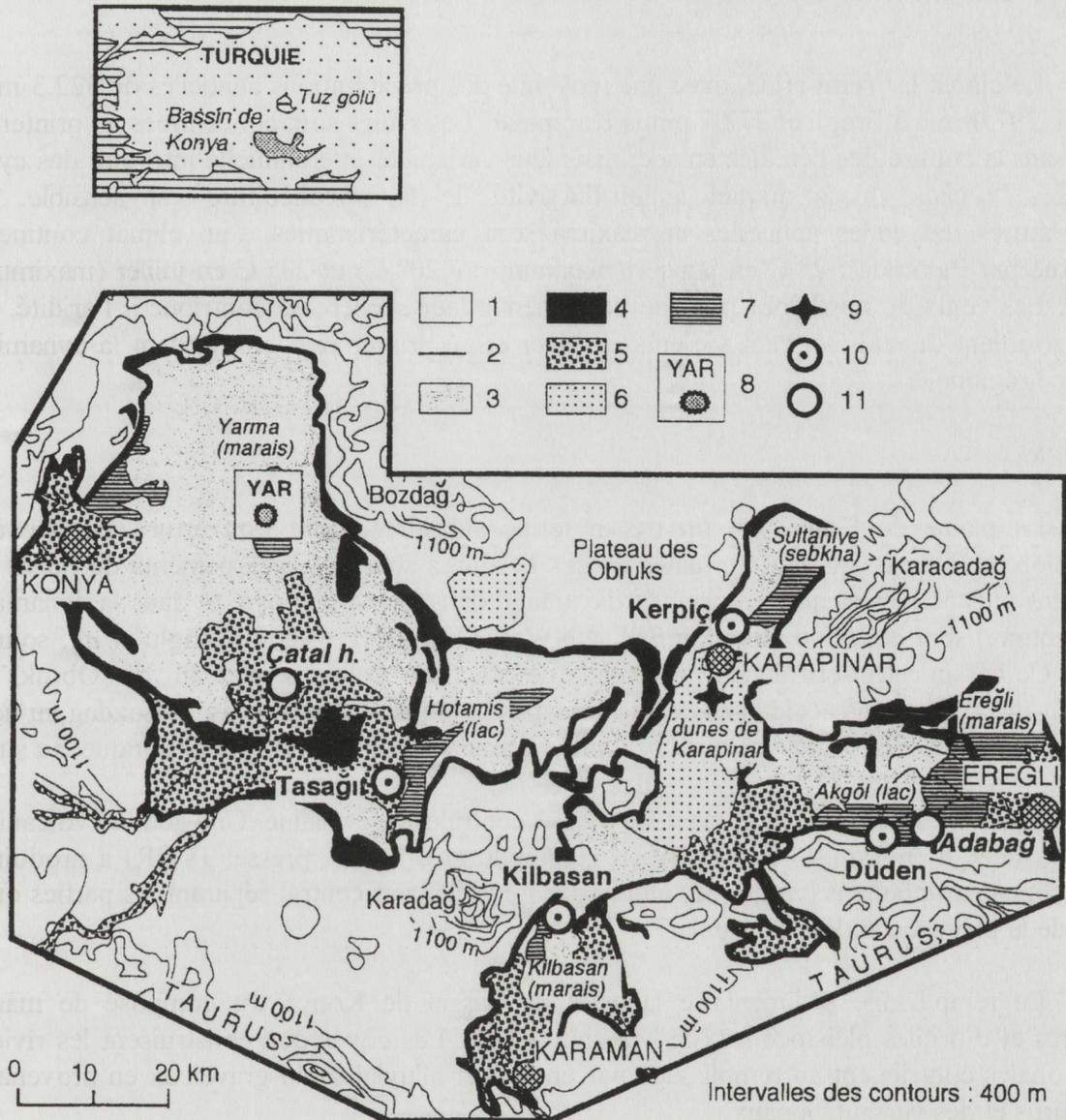
L'Anatolie intérieure considérée ici est la partie des plateaux anatoliens caractérisée par un climat semi-aride (moyenne des précipitations annuelles inférieures à 400 mm) et par un réseau hydrographique endoréique qui conduit, dans des dépressions fermées d'origine tectonique ou karstique, à l'apparition de systèmes lacustres ou marécageux. Les précipitations neigeuses et pluvieuses sur les sommets, plateaux et plaines, alimentent aussi des réservoirs souterrains malheureusement encore mal connus. Ces caractéristiques climatiques (faiblesse des précipitations, importance de l'évaporation et contrastes pluviométriques saisonniers) classent cette région dans les régions "de marge", particulièrement sensibles aux variations climatiques que, dans ce contexte, les bilans hydrologiques sont susceptibles d'enregistrer (apparition-disparition, extension-contraction des lacs et marécages).

Les lacs et marais d'Anatolie intérieure sont ainsi les témoins privilégiés de l'évolution climatique régionale des derniers 20000 ans, c'est-à-dire du Pléniglaciaire, du Tardiglaciaire et de l'Holocène (Kuzucuoğlu *et al.*, soumis, QSR). Ces zones humides sont aussi de bons indicateurs de l'impact des activités humaines sur les ressources en eau (irrigation, drainage). Ici, l'installation des communautés humaines et le développement de leurs activités reposent, du fait de la faiblesse et de l'irrégularité des précipitations, sur l'utilisation des ressources en eau superficielle et profonde. La qualité des techniques d'exploitation, de gestion et de maîtrise de ces ressources intervient donc, dès la mise en place de réseaux d'irrigation, sur la conservation et l'évolution des marais et lacs, exutoires naturels des eaux utilisées ou non.

1.1. LOCALISATION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA PLAINE DE KONYA

Physiographie

La plaine de Konya fait partie de ces dépressions qui s'ouvrent en Anatolie intérieure au pied nord de la chaîne du Taurus. Située au sud de la plaine du Tuz gölü, dont un col situé à + 50 m d'altitude relative la sépare, elle couvre une étendue de plus de 4000 km² et correspond au fond asséché d'un paléolac pléistocène. L'altitude de ce fond est de 1000 m, décroissant à 998-997 m dans les zones les plus déprimées. Les montagnes alentours dépassent 1500 m (Bozdag au nord-ouest) et 2000 m (strato-volcans du Karacadag au nord-est et du Karadag au sud) (Fig. 1). La plaine de Konya comprend essentiellement deux grandes parties séparées par un ensellement NNE-SSW : à l'ouest, la "plaine de Konya" proprement dite et, à l'est, la "plaine d'Eregli". Dans ce dispositif, quatre dépressions "secondaires" peuvent être plus distinguées, disposées en croix (Fig. 1) : à l'ouest la "plaine de Konya" avec trois dépressions internes où étaient installés des marais (est-Konya et Yarma) et un lac (Hotamis), aujourd'hui tous asséchés; au nord la sebkha de Sultaniye à Karapinar; à l'est le lac d'Akgöl et les marais d'Eregli; au sud les marais de Kilbasan dans la plaine de Karaman (Fig. 1).



Légende : 1. Roches calcaires et volcaniques pré-quaternaires; 2. Limites du paléolac de Konya; 3. Marnes pléistocènes lacustres; 4. Dépôts littoraux sablo-graveleux; 5. Cônes alluviaux; 6. Dunes; 7. Sebka, marécages, et lacs; 8. Sondage carotté avec une partie holocène; 9. Echantillonnage de sables dunaires pour datation OSL; 10. Coupes étudiées dans des séquences holocènes; 11. Coupes et sondages publiés antérieurement.

Fig. 1. Localisation de la Plaine de Konya et des séquences holocènes présentées.

Climat

Le climat est semi-aride, avec une moyenne des précipitations annuelles de 322,3 mm à Konya, 297,4 mm à Eregli et 272,7 mm à Karapinar. Les pluies sont concentrées au printemps, autorisant la culture des céréales en sec; mais leur variabilité interannuelle introduit des cycles d'années "sèches" aléas auquel la productivité de la céréaliculture est sensible. Les températures moyennes annuelles et maxima sont caractéristiques d'un climat continental accentué par l'altitude : 2° C en janvier (maximum : - 20° C) et 23° C en juillet (maximum : 35°C). Les vents du nord sont presque permanents; leur sécheresse contribue à l'aridité. Les vents soufflant du sud, souvent violents en hiver et au printemps, commandent la dynamique éolienne régionale.

Géologie

La plaine de Konya est un bassin fermé subsident, dont l'ouverture est liée à la surrection du Taurus au sud. Certaines de ses bordures sont des escarpements de faille. Les failles les plus actives et qui s'expriment davantage dans la morphologie et dans la dynamique sédimentaire, sont celles de direction SSE-NNW et SSW-NNE (Karabiyikoglu *et al.*, soumis, QSR). Ce bassin est inscrit dans des plateaux de calcaires néogènes (plateau "des Obruks" au nord) et des reliefs plus accidentés de calcaires paléozoïques métamorphisés (Bozdag au nord, Taurus au sud). Deux strato-volcans (au nord le Karacadag, andésitique et basaltique; au sud,

le Karadag, plus différencié) dominent les parties centrales de la plaine. Une activité volcanique récente, datée d'environ 40-20000 BP (Kuzucuoğlu *et al.*, sous presse, JVGR) a produit de petits cônes stromboliens basaltiques établis sur l'ensellement central séparant les parties ouest et est de la plaine au sud de Karapinar.

Le remplissage sédimentaire lacustre du bassin de Konya est composé de marnes calcaires et d'argiles pléistocènes (de Meester, 1970). Les cônes que construisent les rivières méridionales contribuent au remplissage par un apport alluvial sablo-graveleux en provenance du Taurus et des versants locaux.

Hydrologie

Si le bassin de la plaine de Konya est bien topographiquement fermé, il ne l'est pas hydrologiquement. Son fonctionnement, karstique, est influencé par des échanges (entrées-sorties) avec les réseaux souterrains du plateau des Obruks et du Taurus (notamment au sud-est par l'intermédiaire du ponor (de la plaine d'Eregli). Ces échanges contribuent au maintien d'eaux douces, surtout au sud, dans les secteurs proches du ponor et des avens. Les nappes souterraines s'écoulent vers le nord et le Tuz gölü, sous le plateau des Obruks (Erol, 1991). La plaine est également alimentée par les rivières tauriques. En outre, des sources s'égrennent le long des bords sud et nord de la plaine; elles ont longtemps alimenté, avant leur assèchement récent, les zones humides de Sultaniye, Hotamis et Akgöl.

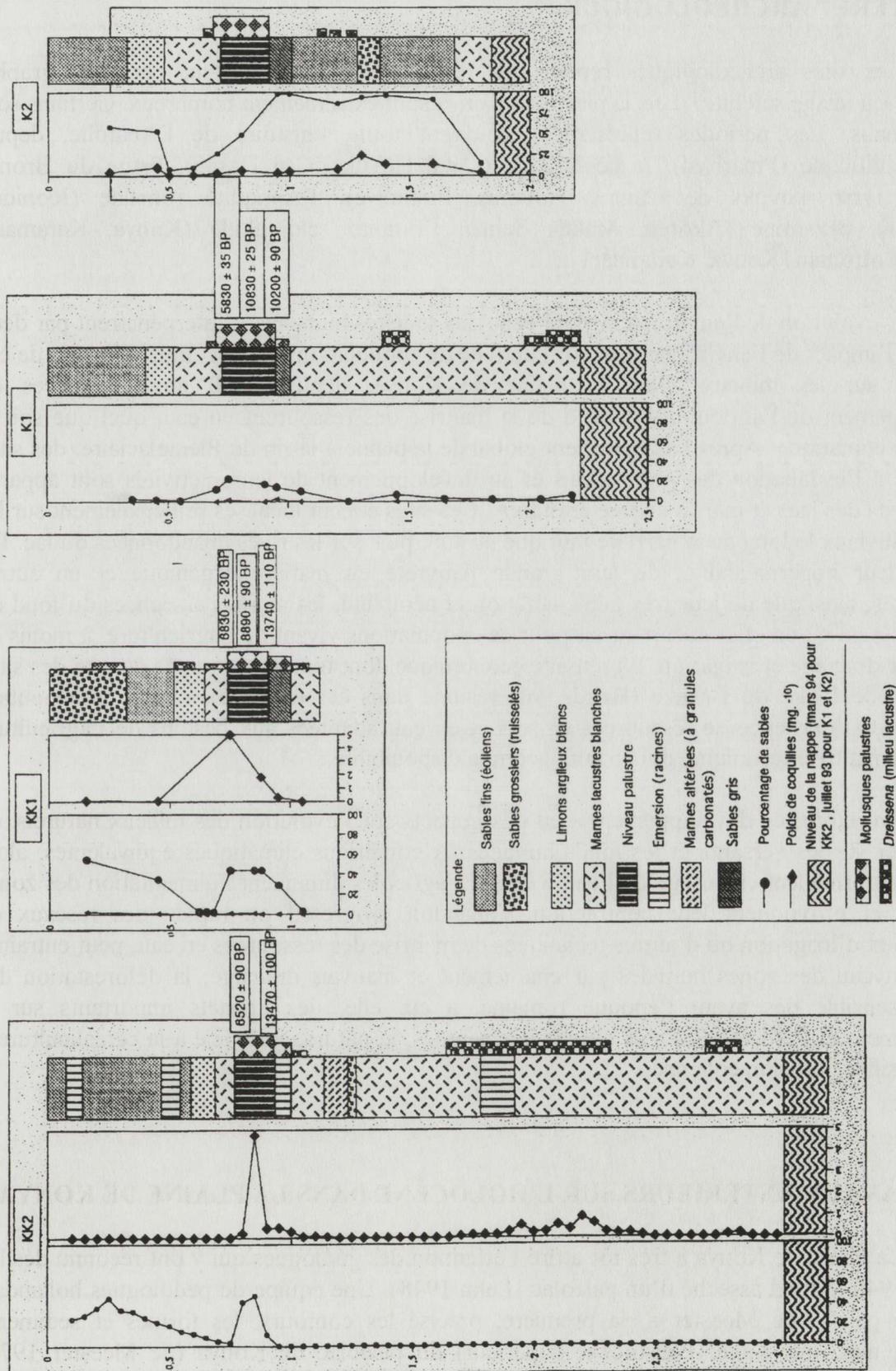


Fig. 2. Quatre coupes dans le secteur de Kerpiç à Karapinar (Konya).

1.2. INTÉRÊT ARCHÉOLOGIQUE

Les sites archéologiques repérés ou repérables (sur le terrain, par photographie aérienne ou image satellite) dans la plaine de Konya sont extrêmement nombreux. Certains sont très connus. Les périodes représentées couvrent toute l'histoire de l'Anatolie, depuis l'épipaléolithique (Pinarbasi), le néolithique (Çatal Höyük,, Can Hasan), l'Age du Bronze (Eregli, Ivriz, höyüks de Cumra, Hotamis, Sultaniye), l'Antiquité romaine (Iconium, Kavuklar), byzantine (Akören, Maden Sehri), l'Empire seldjoukide (Konya, Karaman), l'Empire ottoman (Konya, Karapinar) ...

L'évolution de l'environnement et celle des sociétés humaines s'interpénètrent par deux aspects: l'impact de l'environnement sur l'activité des populations et, en retour, l'impact de ces activités sur les milieux. Dans la plaine de Konya, depuis 8500 ans, le succès du développement de l'agriculture dépend de la maîtrise des ressources en eau, quel que soit le contexte climatique. Après l'assèchement global de la plaine à la fin du Pléniglaciaire, des sites propices à l'installation des populations et au développement de leurs activités sont apparus aux abords des lacs et marais encore existants. Ces sites étaient localisés principalement sur les cônes alluviaux le long de la barrière taurique au sud, puis sur les rives abandonnées du lac. Du fait de leur imperméabilité, de leur grande pauvreté en matière organique et en autres nutriments, ainsi que de leur très faible aération et aérabilité, les marnes asséchées du fond du lac ne présentent en effet aucun attrait pour des populations vivant de l'agriculture, à moins de pratiquer drainage et irrigation. La réussite économique dont témoigne la forte densité des sites agricoles de l'Age du Bronze (Baird, voir résumé dans cet ouvrage) a sans doute autant dépendu de l'existence de ressources en sols et en eau adaptées aux besoins de l'agriculture que de la maîtrise technique, qui en aura accru la disponibilité.

En retour, ce développement a eu des impacts sur l'évolution des milieux naturels, en particulier sur les versants et les fonds humides. A conditions climatiques équivalentes, alors que le détournement et l'usage de l'eau à des fins agricoles diminuent l'alimentation des zones humides et provoquent leur contraction, l'abandon progressif ou rapide des réseaux de drainage et d'irrigation ou d'autres techniques de maîtrise des ressources en eau, peut entraîner un renouveau des zones humides par ennoïement et mauvais drainage; la déforestation des reliefs, sensible dès avant l'époque romaine, a eu, elle, des impacts importants sur le ruissellement et l'érosion des sols qu'elle a accentués; le pâturage associé à la céréaliculture a pu intensifier l'érosion éolienne.

1.3. TRAVAUX ANTÉRIEURS SUR L'HOLOCÈNE DANS LA PLAINE DE KONYA

La plaine de Konya a très tôt attiré l'attention des géologues qui y ont reconnu dès les années 1940 le fond asséché d'un paléolac (Lahn 1948). Une équipe de pédologues hollandais conduite par T. de Meester a, la première, précisé les contours, les formes et sédiments associés, ainsi que l'âge (Pléistocène supérieur) du paléolac de Konya (de Meester 1970) pendant que des travaux de géomorphologues en précisaient le fonctionnement et l'évolution (Erol 1978; Roberts *et al.* 1979; Roberts 1980, 1983). L'analyse palynologique d'une séquence

de 6 m prélevée dans un secteur tourbeux des marais d'Eregli, à l'est du lac d'Akgöl, sert de référence pour l'évolution des paysages des plateaux intérieurs d'Anatolie, du Pléniglaciaire à l'Holocène inférieur (Bottema and Woldring 1984). De ce diagramme, la chronologie suivante peut être tirée :

- de 13 à 11000 BP, les paysages sont steppiques, avec 10% de pollens d'arbres. Des lacs peu profonds couvrent le fond des dépressions internes de la plaine; leurs eaux, saumâtres vers 13000 BP, s'adoucisent vers 12000 BP témoignant d'une certaine remontée du niveau d'eau et de l'enneigement des marais, liée à la reconnexion aux exutoires. Vers 11000 BP commence une période plus sèche, pendant laquelle les lacs se contractent pour disparaître vers 8000 BP.

Les années 1990 ont vu, avec le programme de coopération internationale CNRS/URA 141-TÜBITAK/MTA (Kuzucuoğlu *et al.* 1997, sous presse, Geomorphology; Kuzucuoğlu *et al.*, sous presse, JVGR; Kuzucuoğlu *et al.*, soumis, QSR; Karabiyikoglu *et al.*, soumis, QSR) et avec la réouverture des fouilles archéologiques de Çatal Höyük (Roberts *et al.* 1997), le renouveau des recherches géomorphologiques et sédimentologiques dans la plaine de Konya. Les résultats des récents programmes de sondages permettent de mieux cerner la chronologie de l'évolution environnementale de la plaine avant et pendant l'enneigement pléniglaciaire (21-17000 BP) ainsi que la dynamique du paléolac de Konya et l'histoire postérieure à son assèchement vers 17000 BP (Karabiyikoglu *et al.*, soumis; Kuzucuoğlu *et al.*, soumis, QSR; Roberts *et al.*, soumis, QSR). Au regard de ces résultats, il apparaît également que, pendant l'Holocène, les paysages de la plaine de Konya et de ses alentours ont connu des fluctuations non négligeables.

2. MÉTHODES D'ÉTUDE

L'étude de l'évolution environnementale holocène dans la plaine de Konya est basée sur la reconstitution spatio-temporelle des biotopes et sur la caractérisation des phases d'extension et de contraction des lacs et marais. Elle utilise les méthodes de la sédimentologie et de la géomorphologie, appliquées aux dépôts lacustres et littoraux, et associées à l'utilisation d'images satellitaires : relevés des formes et dépôts associés, analyses de sédiments, cartographie géomorphologique, interprétation d'images satellites... En laboratoire, des analyses sédimentologiques sont réalisées sur des échantillons prélevés en coupe ou en sondage carotté : granulométrie, micromorphologie et pétrographie des sables, minéralogie totale par diffraction RX et spectrométrie, étude des diatomées, des gastéropodes et bivalves... Les datations sont obtenues, soit par mesure du ^{14}C sur des coquilles et/ou sur de la matière organique, soit par OSL (*optical simulated luminescence*) sur des sables éolisés.

3. RÉSULTATS

Dans quatre sous-bassins, des coupes ont livré des séquences exploitables pour la reconstitution des transformations de l'environnement local pendant l'Holocène (Figs. 2 et 3).

- Sultaniye (au nord) : coupes de Kerpiç (Kuzucuoğlu *et al.* 1997) (Fig. 2);
- Hotamis (au centre) : coupe de Tasagil (Fig. 3);
- Akgöl (à l'est) : coupe du Düden (Fig. 3), qui complète la partie supérieure holocène du sondage carotté d'Adabag-Akgöl (Bottema and Woldring 1984);
- Karaman (au sud) : coupe de Kilbasan (Fig. 3).

Ces résultats, complétés par ceux obtenus sur les deux premiers mètres d'un sondage carotté dans le sous-bassin de Yarma (au nord-ouest; cf. Mouralis 1996), montrent que la plaine de Konya a connu des modifications environnementales importantes pendant l'Holocène, qui se traduisent (à Akgöl, Sultaniye, Hotamis) par une succession de périodes d'ennoiement lacustre ou marécageux et d'assèchement.

3.1. COUPES DE KERPIÇ (sous-bassin de Sultaniye, au nord de la ville Karapinar) (Fig. 2)

La coupe de Kerpiç est située à l'extrémité sud-ouest de la dépression de Sultaniye, à ca. 4 km de la sebkha qui en occupe le centre. Cette partie de la dépression est émergée depuis plusieurs milliers d'années, comme l'indiquent les manifestations de dynamique éolienne : accumulation éolienne du haut de la séquence, érosion éolienne du sommet de la coupe, petites dunes mouvantes à proximité.

La coupe est ouverte dans une carrière d'argile à pisé dont le front ne dépasse pas 1.35 m de haut. L'étude de cette coupe a été complétée par des prélèvements réalisés dans la carrière dans des sondages ouverts à la pelleuse et dans un puits (Kuzucuoğlu *et al.* 1997). La séquence holocène ne concerne ici que le mètre supérieur de la coupe. La coupe met à jour, de la base vers le haut:

- 3 cm de sables d'origine fluviatile, alimentés par les bassins versants proches;
- un niveau noir riche en matière organique à 1.05-0.80 m de profondeur associé à une abondante faune de mollusques (*Planorbis*). Ce niveau est composé de deux niveaux palustres distincts (environ 10 cm d'épaisseur chacun) séparés par 5 cm d'argiles lacustres grises. Ce niveau a livré trois groupes de dates (Tab. 1)¹: un premier groupe appartenant au Tardiglaciaire (13740 +/- 110 BP; 13470 +/- 100 BP); le deuxième groupe se rapporte au début de l'Holocène (10840 +/- 25 BP, 10200 +/- 90 et 8890 +/- 90 BP), période d'assèchement des marais et de formation d'un paléosol, telle que mise en évidence à Akgöl-Adabag (Roberts, 1983; Bottema and Woldring, 1984); le troisième groupe date de l'Holocène moyen (6830 +/- 230 BP; 6520 +/- 90 BP; 5830 +/- 35 BP).

¹ Les datations ¹⁴C citées dans le texte sont des âges Conv. ¹⁴C BP. La correspondance avec les âges Cal. ¹⁴C BC est fournie au Tableau 1.

- 30-40 cm de marnes lacustres surmontant ce niveau noir indiquent un renouveau lacustre;
- 50-60 cm de sables fins et limons éoliens signalent une phase d'intense érosion éolienne. Cet épisode est à mettre en relation avec la mise en place du massif dunaire de Karapinar, datée de 5674 ± 988 BP/OSL (Kuzucuoğlu *et al.*, sous presse).

3.2. COUPE DE TASAGIL (sous-bassin d'Hotamis, au centre de la plaine de Konya) (Fig. 3)

Il s'agit aussi d'un front de carrière d'argile à pisé. La coupe est située à l'ouest de l'ancien lac d'Hotamis asséché vers la fin des années 1980. La séquence, d'1 m de hauteur, ressemble à celle de Kerpiç décrite ci-dessus avec, de bas en haut :

- 60 cm d'argiles lacustres grumeleuses;
- 10 cm d'un niveau organique sombre, sans coquilles, daté de 5720 ± 80 BP (GIF 10701);
- 8 cm d'argiles lacustres à fragments coquilliers, surmontées de 20 cm de marnes lacustres;
- 5 cm d'argiles claires, très riches en coquilles de *Lymnea*, datées de 12.280 ± 40 BP (GIF 10700).
- 10 cm d'argiles claires et grumeleuses, surmontées de 18 cm de limons éoliens dont les 8 cm supérieurs montrent des traces de pédogénéisation.

L'inversion des résultats des datations ^{14}C par rapport à la stratigraphie pose la question de l'interprétation de ces dates, qui correspondent d'ailleurs ici à deux des trois groupes de dates obtenus à Kerpiç (Tardiglaciaire et Holocène moyen). Cette question se pose, dans les mêmes termes et d'une façon générale, pour toutes les datations obtenues sur coquilles dans la plaine de Konya, quand on les compare avec celles obtenues sur matière organique.

L'explication la plus probable est un vieillissement des coquilles, contenues ici dans le niveau argileux supérieur, par fixation de carbone ancien provenant des carbonates lacustres. La coupe de Tasagil serait donc équivalente à la partie supérieure de celle de Kerpiç, avec un paléosol daté de l'Holocène moyen, suivi d'un épisode lacustre souligné par le niveau à *Lymnea* et interrompu par l'assèchement qui précède la mise en place de la couverture sommitale de limons éoliens.

3.3. COUPE DU DÜDEN (sous-bassin d'Akgöl, au sud de la plaine d'Eregli) (Fig. 3)

Cette coupe est située en bordure de l'exutoire naturel que représente, pour les eaux du lac d'Akgöl, le ponor du Düden (limite sud de la plaine d'Eregli). Ce ponor s'ouvre au pied des contreforts calcaires du Taurus avec lequel il est en connection souterraine. Alors que les

coupes de Kerpiç et de Tasagil illustrent les variations du début de l'Holocène, les résultats de la coupe du Düden informent sur l'Holocène moyen:

- la base de la coupe est formée de marnes lacustres riches en mollusques; la partie supérieure s'enrichit de limons sous l'effet d'une forte dynamique éolienne (phase "désertique" de la mi-Holocène datée par OSL dans les dunes de Karapinar);
- le niveau palustre situé vers 50 cm de profondeur correspond aux niveaux datés de la mi-Holocène à Kerpiç. Il est daté, par le C14 de la matière organique et coquilles de mollusques, de 5660 +/- 110 BP (GIF 10507);
- une phase sableuse, de plus en plus grossière, signale d'importants apports d'abord éoliens puis fluviaux antérieurs à l'installation d'une zone humide favorisant le renouveau des populations de mollusques, comme à Tasagil;
- une phase de développement d'un sol, daté de 4195 +/- 90 BP (GIF 10508);
- un dépôt de sables fins, éoliens et fluviaux, termine la séquence.

3.4. COUPE DE KILBASAN (sous-bassin de Karaman) (Fig. 3)

Il s'agit d'une coupe dans des colluvions qui surmontent des sables et graviers littoraux du Pléistocène Supérieur. La séquence est située au pied oriental du Karadag, strato-volcan pléistocène situé au sud de la plaine de Konya. Le front de carrière qui donne accès à la coupe tranche au moins un höyük (d'âge inconnu) et un cimetière. Les colluvions contiennent des morceaux de poterie qui ont été approximativement rapportés à l'Age du Bronze pour le plus profond et de l'Antiquité romaine ou plus récente pour les autres (N. Balkan-Atl1, renseignement oral).

Ces colluvions ont une épaisseur de 1.80 m. Elles reposent en discordance sur les dépôts littoraux du paléolac de Konya (datés ici, sur coquilles de *Dreissena*, de 19210 +/- 230 BP; GIF 10505). La particularité de cette coupe repose sur la présence de deux paléosols qui signalent une interruption de l'apport des versants et le développement d'une végétation protectrice. Ces paléosols sont datés de 4675 +/- 80 BP (GIF 10268) et 3270 +/- 70 BP (GIF 10267). La poterie "ancienne" (non tournée) a été extraite des colluvions sur lesquelles se développe le paléosol inférieur; les poteries "récentes" (tournées) proviennent des sables ruisselés et limons colluvionnés surmontant le paléosol supérieur. L'ensemble de ces données confirme la mise en place des colluvions inférieures pendant l'Age du Bronze.

3.5. PARTIE SUPÉRIEURE DU SONDAGE DE YARMA (sous-bassin de Yarma, au nord-ouest de la plaine de Konya).

Dans le cadre d'une étude géomorphologique du rebord de la plaine de Konya dans le secteur de Göçü-Divanlar (Mouralis, 1996), un sondage carotté a été réalisé dans la dépression de Yarma, à environ 4 km au "large" du littoral du paléolac, dans un secteur correspondant à

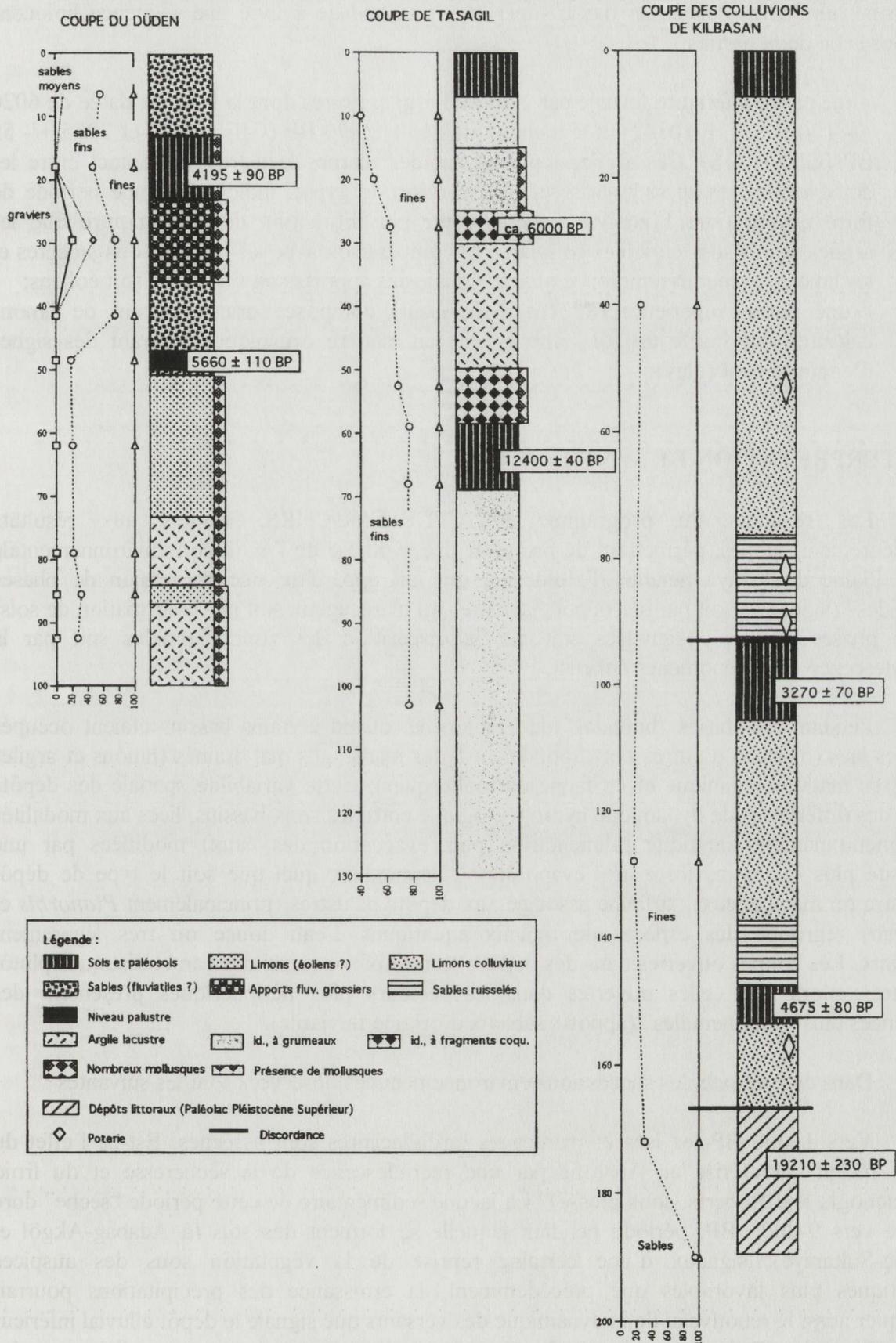


Fig. 3. Coupes holocènes de Düden, Tagasil et Kilbasan (Konya).

une zone humide asséchée. La partie supérieure du sondage a livré une séquence holocène composée de deux parties:

- une partie inférieure formée par 1.70 m d'argiles noires dont la base est datée de 6020 +/- 170 BP (GIF 10342) et le sommet de 3150 +/- 70 BP (GIF 10319) et 2955 +/- 55 BP (GIF 10318). Ces argiles reposent sur des marnes lacustres; le contact entre les deux formations se singularise par l'apparition de gypse, indicateur d'une période de forte évaporation. L'analyse minéralogique par diffraction des RX montre que les argiles noires sont enrichies en quartz en comparaison avec les marnes sous-jacentes et les limons de recouvrement; ce quartz signale des apports soit fluviaux soit éoliens;
- une partie supérieure (80 cm d'épaisseur) composée principalement de limons calcaires que coiffe un sol sombre riche en matière organique montrant des signes d'engorgement (gley).

4. INTERPRÉTATION ET SYNTHÈSE (Tab. 2)

Les résultats du programme MTA/TÜBITAK-CNRS, ajoutés aux résultats antérieurement publiés, permettent de proposer une synthèse de l'évolution environnementale de la Plaine de Konya pendant l'Holocène, qui fait apparaître une succession de phases "humides" (signalées soit par des dépôts lacustres ou marécageux soit par la formation de sols) et de phases "sèches" (signalées soit par la disparition des zones humides soit par la recrudescence des phénomènes éoliens).

Pendant les phases "humides" de l'Holocène, quand certains bassins étaient occupés par des lacs (marnes) d'autres correspondaient à des marécages mal drainés (limons et argiles riches en matière organique et en faune de mollusques). Cette variabilité spatiale des dépôts trahit des différences de dynamique hydrogéologique entre les sous-bassins, liées aux modalités du fonctionnement karstique (alimentation puis évacuation des eaux) modifiées par une intensité plus ou moins forte de l'évaporation. Néanmoins, quel que soit le type de dépôt (lacustre ou marécageux), la faune associée aux dépôts palustres (principalement *Planorbis* et *Lymnea*) regroupe des espèces de milieux aquatiques d'eau douce ou très légèrement saumâtre. Les coupes ouvertes dans des dépôts "centraux" ont ainsi des caractéristiques plutôt lacustres, alors que celles ouvertes dans les secteurs plus périphériques présentent des influences plus "continentales" (apports sableux d'origine fluviale).

Dans ce contexte, les successions environnementales observées sont les suivantes :

Vers 11000 BP les lacs et marécages tardiglaciaires sont asséchés. Est-ce l'effet du Dryas récent caractérisé en Anatolie par une recrudescence de la sécheresse et du froid (Kuzucuoğlu and Roberts, sous presse)? La lacune sédimentaire de cette période "sèche" dure jusque vers 9-8000 BP, période pendant laquelle se forment des sols (à Adabag-Akgöl et Kerpiç-Sultaniye), signaux d'une certaine reprise de la végétation sous des auspices climatiques plus favorables que précédemment; la croissance des précipitations pourrait expliquer aussi le renouveau de la dynamique des versants que signale le dépôt alluvial inférieur de la Çarsamba (Roberts *et al.*, 1997). Cette évolution est à mettre en parallèle avec les

résultats des études palynologiques en Anatolie qui montrent que, de 10000 à 8000 BP, l'humidité croît lentement, la couverture forestière sur les hauteurs atteignant son maximum probablement vers 8000 BP.

Suit, dans la plaine de Konya, une nouvelle lacune sédimentaire, de ca. 8 à 7000 BP, signal identique à celui de la période 11-9000 BP. C'est pendant cette deuxième lacune que s'installent, se développent et disparaissent les villages néolithiques de Can Hasan III (8600 BP) et Çatal Höyük (8200-7500 BP). Ici, "lacune" ne signifie pas "sécheresse".

Vers 7000 BP apparaissent les signes d'une modification du bilan hydrique de la plaine avec l'apparition de marécages et/ou de lacs peu profonds dans l'ensemble des sous-bassins, y compris celui de Yarma, l'environnement lacustre semblant se généraliser entre 5900 et 5600 BP. Cette période pourrait correspondre à l' "Optimum climatique holocène" (Kuzucuoğlu and Roberts, soumis).

Les siècles qui suivent (entre 5600 et 4700 BP) sont marqués par une sécheresse très prononcée pendant laquelle les systèmes dunaires anciens sont réactivés au centre et au nord de la plaine (Kuzucuoğlu *et al.*, sous presse) : des limons et argiles, d'origine éolienne dans les secteurs nord (Kerpiç) et d'origine fluviatile dans les secteurs sud (Düden-Akgöl, Çatal Höyük) viennent recouvrir les dépôts palustres et lacustres de la phase précédente.

Une nouvelle période d'humidification et de reprise de la végétation est signalée par le renouveau des marécages du Düden-Akgöl et par le paléosol de Kilbasan pendant la période 4700-4200 BP. Mais, déjà, la durée et l'intensité de la présence humaine dans la plaine et ses versants introduisent le doute quant à la réalité de l'éventuel facteur climatique qui pourrait être à l'origine de cette modification des paysages. S'agit-il d'une croissance des précipitations ou bien d'une désorganisation des terroirs (abandon des réseaux d'irrigation et contraction des versants cultivés)?

De même, les périodes qui suivent sont jalonnées d'indicateurs qui évoquent l'alternance entre deux périodes de "crise" géomorphologique (4500-3500 BP : érosion à Kilbasan et dépôt alluvial supérieur de la Çarsamba à Çatal Höyük; < 3300 BP : reprise d'érosion à Kilbasan) encadrant une période plus "calme" (3300 BP : paléosol de Kilbasan et marécages de Yarma). Pendant cette période plus récente, il est difficile de faire la part de ce qui, dans les modifications du paysage, est d'origine humaine ou climatique. Cependant, cette séquence peut avoir enregistré des modifications climatiques importantes qui sont signalées ailleurs dans les bassins méditerranéens occidental (Jalut *et al.* 1997) et oriental (Dalfes *et al.* 1997), jusqu'en Inde (Bentaleb *et al.* 1997).

5. CONCLUSION

L'interprétation de l'alternance phases "humides" - phases "sèches" que met en évidence le Tab. 2 doit tenir compte de l'incertitude sur les causes de l'"humidité" ou de la "sécheresse", surtout à partir de 7000 BP. C'est pourquoi en l'état actuel de nos

connaissances, il est préférable de parler, pour les séquences de la plaine de Konya, de phases de "renouveau" et de "disparition" des zones humides.

Si les résultats concernant la première moitié de l'Holocène (y compris l'optimum signalé vers 7000-5900 BP qui s'accroît vers 5900-5600 BP) semblent bien représenter la réponse environnementale à des fluctuations climatiques régionales (variations des bilans précipitations/évaporation dans un contexte de réchauffement), les modifications ultérieures pourraient représenter, non pas des fluctuations climatiques mais des crises entraînées par des modifications dans l'usage des sols et des eaux ou dans l'efficacité de la maîtrise des techniques de production agricole en milieu sensible.

Après l'apparition des sociétés néolithiques dans la plaine, qui fut précoce (9^{ème} millénaire), il devient difficile de distinguer, dans le signal environnemental, la cause climatique ou anthropique de la modification constatée. Cependant, la sécheresse prononcée qui suit l'Optimum et qui est datée par OSL sur les sables des dunes de Karapinar d'environ 5500 BP/OSL, est synchrone de l'importante sécheresse signalée dans d'autres secteurs de marge au Proche-Orient (Syrie, Egypte, Mésopotamie) (Dalfes *et al.* 1997).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient leurs laboratoires respectifs (MTA, CNRS, CEA) pour leur participation financière, technique et logistique à une recherche menée dans le cadre de l'accord bilatéral MTA/TÜBITAK-CNRS et du Programme International de Coopération Scientifique (PICS) du CNRS "Volcanisme en Anatolie". Nous remercions également, pour leur aide, leur soutien et leur accueil, la Direction Générale de Köy Hizmetleri à Konya et le "Camp d'Erosion" de Karapinar, la famille Aydinbelge à Karapinar, la municipalité de Karapinar, et les habitants de la plaine de Konya. Le sondage de Yarma a été réalisé par T. Yilmaz, Jemas Ltd.

Bibliographie

BENTALEB, I., CARATINI, C., FONTUGNE, M., MORZADÉC-KERFOURN, M.-T., PASCAL, J.-P., TISSOT, C., 1997,

Monsoon regime variations during the Late Holocene in the southwestern India. in N. Dalfes N., G. Kukla, H. Weiss (eds). *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*, NATO ASI Series, Vol. 49, 475-488.

BOTTEMA, S., WOLDRING, H., 1984,

Late Quaternary vegetation and climate of south-western Turkey. *Paleohistoria*, 26, 123-149.

- DALFES N., KUKLA, G., WEISS, H. (EDS), 1997,
Third Millenium BC Climate Change and Old World Collapse, NATO ASI Series,
Vol. 49, 728 pp.
- EROL, O., 1978,
The Quaternary history of the lake basins of central and southern Anatolia. In : W.C. Brice (ed.), *The Environmental History of the Near and Middle East since the Last Ice Ag.* Academic Press, London: 111-139.
- EROL, O., 1991,
The relationship between the development of the Konya-Karapinar obruks and the Pleistocene Tuz Gölü and Konya pluvial lakes, Turkey. *Deniz Bil. ve Cogr. Ensti. Bült.*, 7, 5-49.
- JALUT, G., ESTEBAN AMAT, A., RIERA I MORA, S., FONTUGNE, M., MOOL, R., BONNET, L., GAUQUELIN, T., 1997,
Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate. *C. R. Acad. Sc. Paris, Earth and Planetary Sciences*, 325, 327-334.
- KARABIYIKOGLU, M., FONTUGNE, M., KUZUCUOĞLU, C., BABYIGITOGLU, S., soumis,
Nearshore sediment facies of Late Pleistocene Konya Lake, Turkey. *Quat. Sc. Review*.
- KUZUCUOĞLU, C., KARABIYIKOGLU, M., FONTUGNE, M., PASTRE, J-F., ERCAN, T., 1997,
Environmental changes in Holocene Lacustrine Sequences from Karapinar in the Konya Plain (Turkey). In N. Dalfes, G. Kukla, H. Weiss (eds), *Third Millenium BC Climate Change and Old World Collapse*, NATO ASI Series, Vol. 49: 451-464.
- KUZUCUOĞLU, C., KARABIYIKOGLU, M., PARISH, R., sous presse,
The dune systems of the Konya Plain (Turkey). Their relation to the environmental changes in Central Anatolia during Late Pleistocene and Holocene. *Geomorphology*.
- KUZUCUOĞLU, C., PASTRE, J-F., BLACK, S., ERCAN, T., FONTUGNE, M., GUILLOU, H., HATTÉ, C., KARABIYIKOGLU, M., ORTH, P., TÜRKECAN, A., sous presse,
Identification and dating of tephra from Quaternary sedimentary sequences of inner Anatolia. *Journal of Volcanological and Geothermal Research*.
- KUZUCUOĞLU, C., FONTUGNE, M., KARABIYIKOGLU, M., HATTÉ C., PASTRE, J-F., soumis,
Late Pleistocene records of environmental changes in the Konya basin. *Quat. Sc. Review*.

- KUZUCUOĞLU, C. and ROBERTS, N., sous presse,
Evolution de l'environnement en Anatolie de 20000 à 6000 BP. *Paléorient*.
- LAHN, E., 1948,
Contribution à l'étude géologique et géomorphologique des lacs de la Turquie.
Institut d'Etudes et de Recherches Minières en Turquie (MTA) Publ., Ankara, 178 pp.
- MEESTER DE, T. (ed.), 1970,
Soils of the Great Konya Basin, Turkey. Centre of Agricultural Publishing and
Documentation PUDOC, Wageningen, 290 pp.
- MOURALIS, D., 1996,
*Etude géomorphologique du bassin occidental d'Eregli et contribution aux
reconstitutions environnementales dans la Plaine de Konya, Turquie, depuis le
Pléistocène supérieur à l'actuel*. Mémoire de maîtrise, Université de Paris I, 91 pp.
(non publié).
- NARUSE, T., 1997,
Lake level changes and development of alluvial fans in Lake Tuz and the Konya basin
during the last 24,000 yrs on the Anatolian plateau, Turkey. *Japan Review*, 8, 173-192.
- ROBERTS, N., 1980,
Late Quaternary and palaeoecology of the Konya basin, Turkey. Thèse Doct. ,
London University, 296 pp (non publié).
- ROBERTS, N., 1983,
Age, palaeoenvironments, and climatic significance of Late Pleistocene Konya Lake,
Turkey. *Quaternary Research*, 19, 154-171.
- ROBERTS, N., EROL, O., DE MEESTER, T., UERPMANN H-P., 1979,
Radiocarbon chronology of Late Pleistocene Konya lake, Turkey. *Nature*, 281, 662-
664.
- ROBERTS, N., BOYER, P., PARISH, R., 1997,
Preliminary results of geoarchaeological investigations at Çatalhöyük. In I. Hodder
(ed.), *Archaeological studies at Çatalhöyük, vol.1*. Cambridge University Press /
British Institute of Archaeology at Ankara: 19-40.
- ROBERTS N. *et al.*, soumis,
Stratigraphy and chronology of Late Quaternary sediment sequences in the Konya
Plain. *Quat. Sc. Review*.
- STUIVER, M. and REIMER, P.J., 1993,
Radiocarbon calibration program rev. 3.0 3A. *Radiocarbon*, 35, 215-230.

Tableau 1 : HOLOCENE DE LA PLAINE DE KONYA: DATES DISPONIBLES

		Code lab.	Conv. ^{14}C BP	cal ^{14}C BC (à 95.4%) (Stuiver & Reimer, 1993) intervalle (moyenne)
1. Sultaniye (Karapınar)				
* KERPIÇ				
- Kerpiç MF/95	matière organique	GIF 10269	5830 ± 35	4785- 4590 (4715)
- Kerpiç 3, CK/94	matière organique	GIF 10082	6520 ± 90	5530- 5280 (5440)
- Kerpiç inf., CK/93	coquilles	GIF 9823	6830 ± 230	6055- 5290 (5670)
- Kerpiç inf., CK/93	matière organique	GIF 9825	8890 ± 90	8080- 7690 (7960)
- Kerpiç 2, CK/96	coquilles	GIF 10510	10200 ± 90	10340- 9370 (10010)
- Kerpiç inf 1., CK/96	matière organique	GIF 10509	10840 ± 25	10930-10695 (10815)
- Kerpiç 3, CK/94	coquilles	GIF 10081	13470 ± 100	14490-13830 (14170)
- Kerpiç, CK/93	coquilles	GIF 9824	13740 ± 110	14840-14190 (14520)
2. Hotamis (Çumra)				
* TASAGIL				
- Marnes lac. (- 25/30 cm)	coquilles	GIF 10700	12280 ± 40	12717-12129 (12400)
- Paléosol (- 70 cm)	matière organique	GIF 10701	5720 ± 80	4730- 4450 (4690)
* ÇATAL HÜYÜK (Cône de la Çarsamba, in Roberts <i>et al.</i> , 1997)				
- alluvions sup (ép=150-250 cm)				< 4500 BP/OSL
- période d'érosion (dépôt de sables fluviatiles)				7-4500 BP/OSL
- alluvions inf (ép=150 cm), antérieures et contemporaines de l'occupation néolithique				9-8000 BP/OSL
3. Akgöl (Eregli)				
* DÜDEN				
- Düden 9	matière organique	GIF 10508	4195 ± 90	2930- 2550 (2780)
- Düden 3	matière organique	GIF 10507	5660 ± 110	4775- 4330 (4470)
* ADABAG (Tourbe d'Adabag, in Bottema & Woldring, 1984)				
- paléosol (assèchement)	matière organique (?)	GrN-10474	8040 ± 140	7310- 6560 (7010)
- paléosol (Baisse du niveau du lac d'eaux douces).	m.o. ou coquilles ?	GrN-10475	10920 ± 150	11200-10570 (10890)
- paléosol. Début d'un lac peu profond, d'eaux saumâtres, que suit un lac d'eaux douces, à niveau plus haut (1002 m).	m.o. ou coquilles ?	GrN-10476	13050 ± 950	15810-11210 (13570)
4. Kilbasan (Karaman)				
- paléosol haut	matière organique	GIF 10267	3270 ± 70	1690- 1410 (1520)
- paléosol inf.	matière organique	GIF 10268	4675 ± 80	3640- 3300 (3460)

5. Yarma (nord-ouest de la plaine)

* Carotte YAR

- 2/1.1 (-2,00 à 2,20 m)	matière organique	GIF 10318	2955 ± 55	1315- 1000 (1150)
- 3/1.1 (-3,00 à 3,20 m)	matière organique	GIF 10319	3150 ± 70	1530- 1250 (1410)
- 2/2-1 (-2.44 à 2.5 m)	matière organique	GIF 10342	6020 ± 170	5270- 4525 (4920)

* YARMA, in Roberts *et al.*, 1979

- Acidört	coquilles	GrN 5841	10950 ± 65	11080-10760 (10920)
- Yarma	coquilles ?	GrN 6016	12010 ± 65	12350-11780 (12060)

* DIVANLAR, in Naruse, 1997

- Divanlar	coquilles	JAS-71	10950 ± 440	11450-10370 (10920)
------------	-----------	--------	-------------	---------------------

6. Dunes (in Kuzucuoglu *et al.*, Geomorphology, sous presse)

- Karapinar				5674 ± 988 BP/OSL
- Ismil				14328 ± 3220 BP/OSL

Tableau 2 : MODIFICATIONS DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA PLAINE DE KONYA PENDANT L'HOLOCENE: CHRONOLOGIE ¹⁴C BP calibré.

Chronologie		Observations sédimentologiques	Interprétation
Conv ¹⁴ C BP	Cal ¹⁴ C BP		
Fin du Pléniglaciaire - 20500-15500 cal BP			
17000	20500	Le Paléolac de Konya s'assèche	Arrêt des apports d'eau
15400	18300	Le Paléolac de Konya se reconstitue temporairement	Renouveau des apports
14-13500	16400-16100 ca 16000 BP/OSL	Marécages (Sultaniye) Construction des dunes d'Ismil	Contraction du lac Sécheresse accentuée
13000	15500	Paléosol à Adabag-Akgöl	Amélioration climatique
Tardiglaciaire - 15500 cal BP : humidification			
13-11000	15500-12800	Remontée du niveau des lacs et marécages (Akgöl, Sultaniye, Yarma)	Accentuation de l'humidification
(Younger Dryas ?) 12800 cal BP : assèchement			
11000	12800	Baisse de niveau des lacs et marécages (Adabag-Akgöl; Sultaniye)	Assèchement
11-8000	12800-9000	Lacune	Sécheresse ?
Çatal Höyük : 8200-7500 conv ¹⁴C BP - Can Hasan III : 8600 conv ¹⁴C BP Çatal Hüyük : 9100-8200 cal ¹⁴C BP - Can Hasan III : 9500 cal ¹⁴C BP			
8000	9000 8900-8100 BP/OS	Paléosols à Adabag-Akgöl et Kerpiç-Sultaniye Dépôt alluvial inférieur de Çatal Höyük	Apports fluviaux insuffisants pour renouveler les marécages mais suffisants pour construire des cônes
8000-7000	9000-7600	Lacune	Sécheresse ?
7600 cal BP : humidification			
7000-5900	7600-6700	Marécages et/ou lacs peu profonds dans les sous-bassins (y compris Yarma)	Humidification climatique
5900-5600	6700-6400	Courte période de renouveau lacustre	Accentuation des apports

Tableau 2, cont.

----- 6400 cal BP : assèchement ou surexploitation des sols ? -----		
6400-5400 BP/OSL		Dernière construction des dunes de Karapinar + <i>érosion (action de l'homme ?)</i> Limons et argiles d'origine éolienne (Kerpiç) Sables fluviatiles (Düden) Sables fluviatiles de Çatal Höyük
		<i>Sécheresse</i>
----- 5400 cal BP : humidification ou désorganisation des terroirs ? -----		
4700	5400	Marécages à Düden
4200	4700	Paléosol à Kilbasan
		<i>Humidification climatique + désorganisation des réseaux d'irrigation ? ou abandon des versants ?</i>
<i>A partir de 4700 cal BP + érosion (action de l'homme ?)</i>		
4500-3000	4700-3500	Erosion à Kilbasan, Kerpiç (action de l'homme ?)
	< 4500 BP/OSL	Dépôt alluvial supérieur de Çatal Höyük
3300	3500	Paléosol à Kilbasan + Marécages à Yarma
< 3300	< 3500	Reprise d'érosion (à Kilbasan)

Sources : Programme MTA/TÜBITAK - CNRS; Kuzucuoğlu *et al.* sous presse in *Geomorphology*; Kuzucuoğlu *et al.* soumis à *QSR*; Naruse, 1997; Roberts *et al.*, 1997.