

## RÉPARTITION DE LA GRANDE FAUNE SAUVAGE DANS LE NORD DE L'AFRIQUE DURANT L'HOLOCÈNE

par

Jean-Loïc LE QUELLEC \*

**Résumé.** — En associant les données de la paléontologie, de la préhistoire, de l'égyptologie et de l'art rupestre, il est possible de dresser des cartes de répartition des principaux représentants de la grande faune sauvage (rhinocéros, hippopotame, éléphant, girafe, oryx, crocodile, grand buffle antique). Rapportées aux données de la paléoclimatologie, ces cartes donnent une image de la situation faunistique dans le nord de l'Afrique avant et après 4000 ± 500 BP, et permettent de tester la validité des critères stylistiques utilisés pour le classement chronologique des images rupestres du sahara.

**Abstract.** — **Distribution of the Large Wild Fauna in North Africa during Holocene.** Materials excerpted from Paleontological, Prehistorical, Egyptological and Rock-Art studies allow to draw distribution maps for seven representative species of the large wild fauna (rhinoceros, hippopotamus, elephant, giraffe, oryx, crocodile, great buffalo). In association with paleoclimatological data, such maps reflect the faunal situation before and after 4000 ± 500 BP, and give a good opportunity to test the stylistic criteria used in the Saharan rock art chronology.

### I - HISTORIQUE DES RECHERCHES

À l'occasion d'une remarquable synthèse des données de la paléontologie, de l'histoire ancienne, de l'art rupestre et de la zoologie, Raymond Mauny a livré, il y a déjà plus de quarante ans (Mauny, 1955, 1956) les cartes de répartition de quatre espèces animales (hippopotame, rhinocéros, éléphant, girafe), du Paléolithique à nos jours, pour la moitié ouest du Sahara. L'ensemble de la documentation montrait alors qu'au Paléolithique, ces quatre espèces jugées les plus représentatives étaient « présentes dans pratiquement toute l'aire du Nord-Ouest », mais qu'au Néolithique, l'habitat se fragmenta « en îlots reliques, dont les plus importants sont le Maghreb et les massifs montagneux sahariens » (Mauny, 1955).

Après la publication de l'étude de Mauny qui, pour l'art rupestre, s'appuyait sur le dépouillement de nombreuses publications concernant quelque 194 sites, les découvertes se sont tellement multipliées que leur nombre semble avoir découragé toute nouvelle tentative de synthèse. Une dizaine d'années plus tard, pourtant, Paul Huard publiait

un travail comparable, visant à reconstituer les climats anciens de la moitié orientale du Sahara, mais sans cartographie précise des données, qu'il empruntait à l'égyptologie, à l'art rupestre et à la préhistoire (Huard, 1967).

Il fallut ensuite attendre les années quatre-vingt-dix pour voir de nouveau apparaître des recherches de ce type, conduites par Alfred Muzzolini, qui a ainsi étudié l'aire de répartition du grand buffle antique (Gautier et Muzzolini, 1991), de l'oryx, de la girafe et de l'antilope chevaline (Muzzolini, 1990). L'idée naquit alors, au sein de l'Association des Amis de l'Art Rupestre Saharien (AAARS), d'étendre ce travail à l'ensemble de la faune holocène du Sahara, dans le but de cartographier toute la documentation disponible, et l'AAARS me confia la préparation de ce travail. Devant l'ampleur de la tâche, je jugeai plus prudent de me limiter tout d'abord à la réalisation d'une base de données informatisée, susceptible d'être constamment enrichie. À cet effet, l'essentiel de la bibliographie a été systématiquement dépouillé, ce qui a permis de constituer une base totalisant pour l'instant 13877 documents rupestres.

\* Bressenard, 85540 St-Benoist-sur-Mer.

tres, fossiles ou mobiliers concernant la faune holocène de l'ensemble de la moitié nord de l'Afrique.

## II - DIFFICULTÉS

Le but de ce travail étant de reconstituer l'évolution du paysage, il n'est envisageable qu'à la condition de pouvoir disposer de documents datés, fût-ce approximativement. C'est le cas des fossiles retenus dans la base de données, ainsi que des documents d'art mobilier de l'aire du Nil. Mais deux problèmes se sont rapidement posés : quel crédit accorder aux représentations animalières artistiques dans une perspective archéozoologique, et comment ordonner ces représentations dans le temps ?

L'art des graveurs, des peintres et des sculpteurs ne se limite pas à refléter leur environnement, et il constitue un *bestiaire*, alors que l'archéozoologue, lui, s'intéresse à la *faune*. Le *bestiaire* étant construit sur une sélection opérée au sein de celle-ci, il est à craindre qu'il nous livre plus d'informations sur la *culture* des hommes préhistoriques que sur la *nature* au sein de laquelle ils évoluaient. Il n'en demeure pas moins généralement vrai que, par l'étude des productions artistiques, il est possible d'obtenir des informations concernant les deux ordres – culturel et naturel – sur lesquels une société donnée institue ses productions artistiques. Il importe donc de chercher à obtenir, au-delà du *bestiaire* représenté, des informations sur la faune réelle, rendant possibles des reconstructions paléoclimatologiques et paléoécologiques. Comme l'absence d'une espèce parmi les figurations artistiques n'est pas forcément la conséquence de son absence réelle dans l'environnement, nous en sommes réduits à ne tenir compte que des animaux significatifs effectivement présents, tout en tablant sur le fait que ceux-ci sont figurés avec suffisamment de détails finement observés, pour qu'il soit certain que les graveurs ont disposé de modèles vivants à proximité. On objecte régulièrement à ce type de démarche l'idée que les artistes néolithiques auraient pu se livrer à des copies d'œuvres très anciennes, ou bien représenter des animaux vus au cours de voyages lointains, voire des espèces déjà disparues, mais dont le souvenir aurait été conservé dans la mythologie. À cela, Mauny a déjà répondu que « *lorsqu'il s'agit de grandes fresques rupestres – travail certainement long et pénible – on voit mal un étranger se donner tout ce mal pour illustrer un récit à son auditoire* »

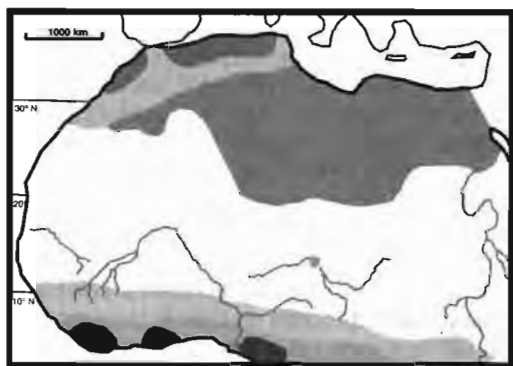
(Mauny, 1956). Sans compter que ce type de supposition n'a jamais pu être documenté et reste donc entièrement du domaine de l'hypothèse *ad hoc*, alors que, de nos jours, les gravures rupestres réalisées par les Touaregs et les bergers se rapportent uniquement à leur propre environnement : ils dessinent des chameaux, des inscriptions en caractères *tifinâgh* et des gazelles, mais certainement pas des éléphants, et encore moins des copies des grands buffles antiques qu'ils connaissent pourtant parfaitement pour les avoir vus sur les rochers du voisinage.

Plus sérieux est le problème du cadre chronologique et climatique dans lequel placer l'ensemble de notre documentation. Il conviendrait en effet de pouvoir situer chronologiquement, sinon l'ensemble des images rupestres, du moins celles qui figurent les représentants les plus typiques de la grande faune. Cette tâche semble à priori impossible, en l'absence de tout procédé direct de datation ou, à tout le moins, en l'absence de tout accord de la communauté des spécialistes sur une chronologie, même approximative, de l'art rupestre saharien. La seule partition sur laquelle s'accorde réellement l'ensemble des auteurs permet simplement de distinguer très grossièrement, et en se basant sur un ensemble de critères essentiellement stylistiques, les œuvres « anciennes » des œuvres « récentes ». Toute la question porte en fait sur l'âge des représentations les plus vieilles. Certes, elles sont bien anciennes, mais de combien ?

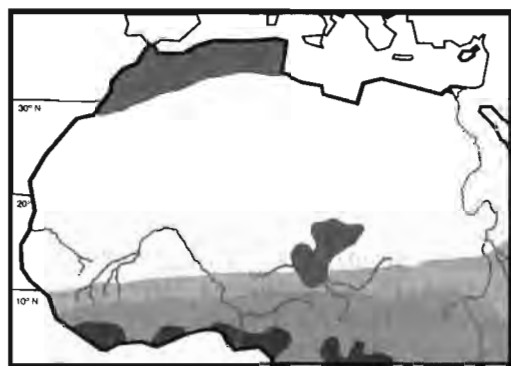
Sans chercher à répondre précisément à cette question, il semble possible de construire une périodisation assez large pour n'être pas remise en cause lorsqu'on disposera de datations directes. Il suffit pour cela de poser que les œuvres dites « anciennes » sont très vraisemblablement antérieures à 4000 BP, ce sur quoi, d'ailleurs, tous les auteurs s'accordent, puisque les divergences d'opinion concernent essentiellement le *début* de la période ancienne (« archaïque », « bubaline » ou « des Chasseurs »), et non sa fin.

Le choix de cette date s'appuie sur les résultats de travaux de paléoclimatologie conduits indépendamment de toute spéculation sur l'âge des images rupestres, notamment dans le cadre du *Quaternary Environments Network* et de ses précieuses mises à jour effectuées par Jonathan Adams <sup>(1)</sup>. Ces résultats sont résumés sur la carte 1, et sur le tableau

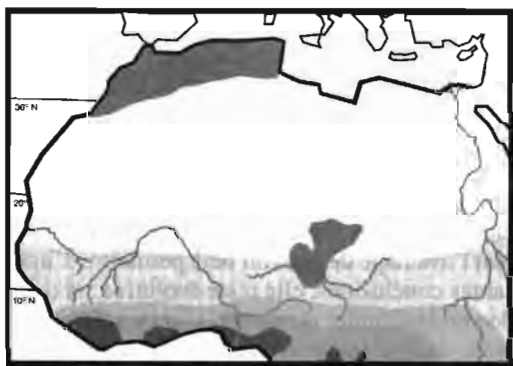
(1) Les travaux du QEN et ceux de Jonathan Adams, en majorité inédits, sont consultables sur l'internet aux adresses suivantes : <http://www.soton.ac.uk/~tjms/adams2.html>, et <http://www.esd.ornl.gov/ern/qen/nerc.html>



Vers 18 000 BP : Hyperaride



Vers 12 000 BP : Remontée de la partie orientale de la frontière saharienne vers le nord



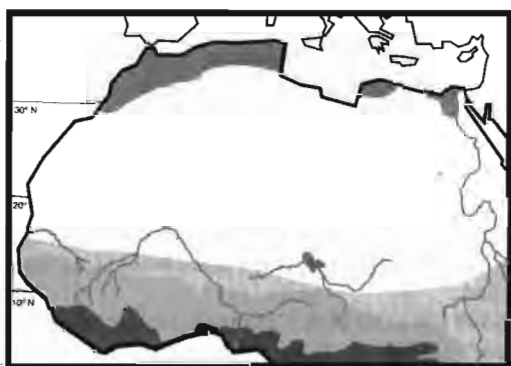
Vers 10500 BP : remontée de sa partie occidentale







Vers 8500 BP : Optimum ou "Grand Humide"







Vers 6500 BP : Humide moins intense



À partir de 4000-3000 BP : Aride actuel

-  Désert tropical extrême
-  Désert tempéré
-  Semi-désert tropical
-  Mosaïque de semi-déserts et steppes subdésertiques

-  Steppe à graminées et savane sèche
-  Savane arbustive
-  Végétation méditerranéenne
-  Forêt tropicale humide

Carte 1. — La paléovégétation du nord de l'Afrique.

ci-dessous, où toutes les dates s'entendent à cinq cents ans près, compte tenu des variations régionales ou des incertitudes et des limites du pouvoir de résolution des méthodes de datation. Il faut également tenir compte du fait que l'intensité des « Humides » est décroissante, alors que celle des « Arides » s'accroît, au cours d'un lent processus de détérioration climatique générale (Brooks, 1986 ; Gasse, Téhét, Durand, Gibert, et Fontes, 1990 ; Lézine et Casanova, 1989 ; Muzzolini, 1985 ; Neuman et Schulz, 1987 ; Pachur, 1975, 1982, 1993, 1997 ; Pachur et Altmann, 1997 ; Pachur et Braun, 1980 ; Pachur et Kröpelin, 1989 ; Pachur et Wünneman, 1996 ; Petit-Maire, 1993 ; Rognon, 1985 ; Schneider, 1994 ; Schulz, 1987, 1991 ; Vernet, 1995).

**Jusqu'à ~ 20 000 BP (au moins) :** Lors du Grand Aride post-atérien, beaucoup plus sévère que l'actuel, la frontière méridionale du Sahara descend d'au moins 5° vers le sud, et le Sahara est très généralement abandonné.

**~ 12 500/~ 12 000 BP :** Retour des pluies. La frontière méridionale du Sahara commence à remonter vers le nord d'abord dans la partie orientale, puis dans sa moitié occidentale.

**~ 10 500 BP :** Les conditions climatiques du Sahara sont redevenues à peu près les mêmes qu'actuellement, selon un processus d'amélioration qui conduira au « Grand Humide ».

**~ 8500 BP :** L'Optimum climatique règne sur l'ensemble du subcontinent, et permet l'expansion néolithique, à des dates variant selon les régions (vers 8500 BP dans le Sud-Libyen). C'est à cette époque que la grande forêt tropicale humide connaîtra son extension maximale.

**~ 7500 BP :** Début du bref Aride mi-Holocène, inégalement ressenti voire absent en certaines régions, mais provoquant l'assèchement du lac Tchad.

**~ 6500 BP :** Début de l'Humide néolithique, qui n'est globalement qu'un prolongement du Grand Humide, en moins intense. Il permet l'expansion de l'élevage.

**~ 4500 BP :** « Aride post-néolithique ».

**~ 3500 BP :** « Humide post-néolithique », avec multiplication des installations humaines dans le Sahara méridional, mais désertification inéluctable du Sahara septentrional, plus ou moins rapidement selon les régions.

**~ 3000 BP :** L'Aride actuel s'est installé sur l'ensemble du Sahara.

Il est particulièrement important de noter que le déclin de la moitié nord du Sahara devint définitif à partir de 4000 BP, c'est-à-dire après ce que Robert Vernet a pu considérer comme « l'explosion démographique des VII<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> millénaires BP », et en vif contraste avec la multiplication des cultures dans la moitié sud du subcontinent (Vernet, 1994, 1995 ; Vernet et Aumassip, 1992). À ± 500 ans près, cette date de 4000 BP correspond bien à une intensification drastique de la péjoration climatique survenue au moment de l'« Aride post-néolithique » ayant finalement conduit à la situation actuelle : elle marque le moment à partir duquel la grande faune éthiopienne fut contrainte de choisir entre la disparition ou le repli vers des zones plus favorables.

La limite entre les représentations « anciennes » et « récentes » sera donc placée à 4000 ± 500 BP. Les œuvres seront rangées avant ou après cette date, sur la base de critères à la fois techniques, thématiques et stylistiques dont aucun n'a de valeur absolue, mais dont l'usage statistique combiné constitue pour l'instant notre seul moyen d'étude. Cette approche est certes grossière, mais elle suffira pour l'instant à nos fins. Tout en présentant l'avantage de pouvoir déjà permettre d'intéressantes conclusions, elle reste évolutive : si quelque découverte future permet un jour de situer précisément dans le temps les plus « anciennes » images rupestres du Sahara, ou d'apporter diverses retouches locales aux chronologies relatives, il sera très facile de modifier base de données et cartes de répartition en conséquence.

Il reste que pour distinguer les œuvres « anciennes » des « récentes », ce sont des critères stylistiques qui ont été utilisés, et qu'ils peuvent être critiqués : selon un nombre croissant d'auteurs, ce type de critères ne permettrait aucune expertise chronologique, et il conviendrait d'entrer désormais dans une aire « post-stylistique ». Mais s'il est vrai qu'en Europe un bon nombre d'expertises se sont effectivement révélées erronées à mesure qu'elles étaient exposées au feu des datations directes, cela ne remet pas en cause la validité d'une méthode qui a largement fait ses preuves pour l'histoire de l'art en général. L'erreur viendrait plutôt de son application aveugle, et surtout, en ce qui concerne l'art rupestre saharien, d'une réflexion méthodologique insuffisante conduisant à une inflation de « styles » qui, en réalité, n'en sont pas (discussion dans Le Quellec, 1998).

Cette difficulté, qu'il n'est pas question d'esquiver, ne doit pas pour autant paralyser la recherche. La solution semble se tenir du côté du

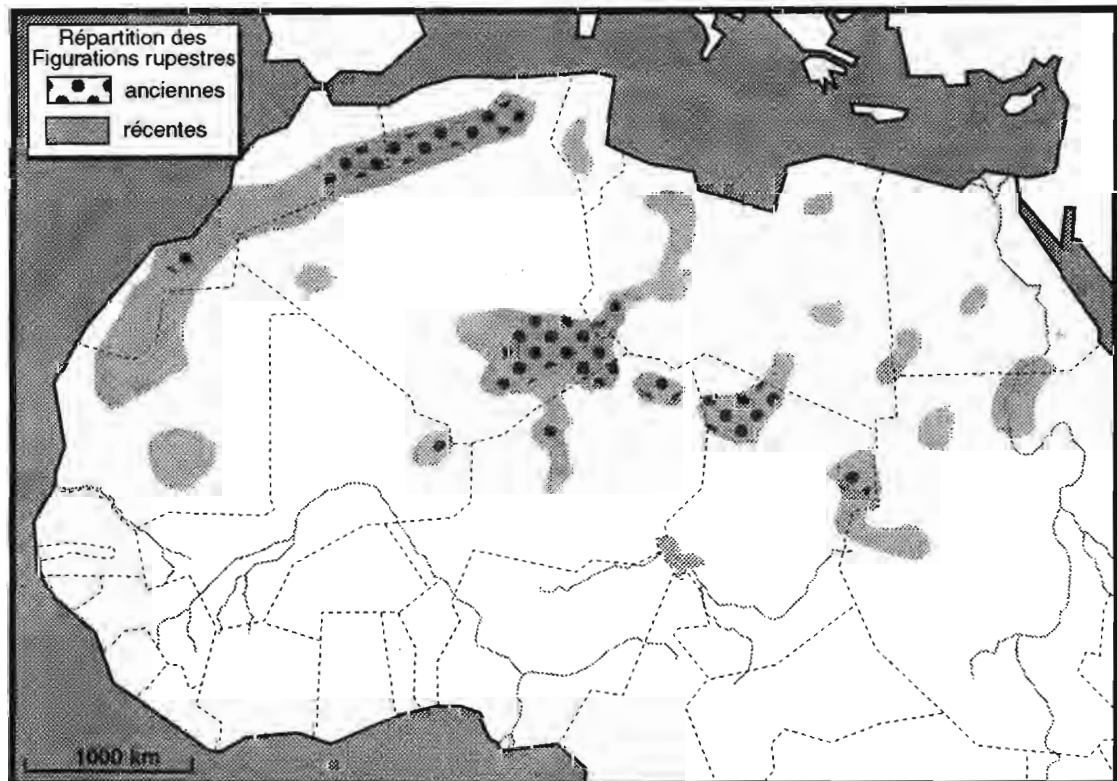
nombre : s'il est certes possible que, par exemple, telle œuvre précise, estimée par moi « ancienne » à cause de son « style bubalin », puisse être tenue pour « récente » par un autre chercheur, les divergences de ce type ne peuvent que perdre de leur importance avec l'accroissement de l'échantillon examiné. Exactement comme pour les patines : s'il est toujours risqué d'estimer l'âge d'une gravure d'après sa patine, il n'en est pas moins certain que l'âge d'un ensemble de gravures est statistiquement lié à l'intensité moyenne de ses patines.

Toutes ces considérations ont présidé à la réalisation d'une carte de répartition générale des figurations rupestres classées selon les critères qui viennent d'être évoqués (carte 2). Elle met bien en évidence l'expansion « récente » (c'est-à-dire postérieure à 4000 BP) des paléocultures à tradition d'art rupestre. À ce stade, il apparaît déjà que les critères choisis au départ permettent d'aboutir à des résultats cohérents. Si la carte se présente comme celle d'une « expansion » de l'aire des cultures à tradition d'art rupestre, c'est d'une part que la date choisie est significative, et d'autre part que les critères d'attribution chronologiques des œuvres ne sont pas arbitraires.

On remarquera que, dans leur immense majorité, les figurations anciennes (antérieures à 4000 BP) sont cantonnées à l'Atlas et selon une diagonale allant du Sahara central (Tassili, Ahaggar) à l'Ennedi. Ailleurs, les œuvres anciennes sont rarissimes : les quelques gravures anciennes de l'Aïr et de l'Adrar des Ifoghas constituent des extensions sporadiques du très riche ensemble centro-saharien, tout comme celles du Rio de Oro par rapport au vaste groupe de l'Atlas. Les attributions « anciennes » parfois citées pour quelques gravures de plusieurs sites du Sahara oriental (Awenât, Gilf Kebir), attributions qui ont la faiblesse de ne s'appuyer que sur des critères stylistiques très imprécis, sont encore davantage fragilisées par la cartographie des documents.

### III - LES CARTES DE RÉPARTITION DE LA GRANDE FAUNE

Les sources utilisées pour dresser ces cartes ne pourraient être citées ici sans augmenter la bibliographie de plusieurs centaines de références. Il est donc envisagé de les publier dans une édition



Carte 2.

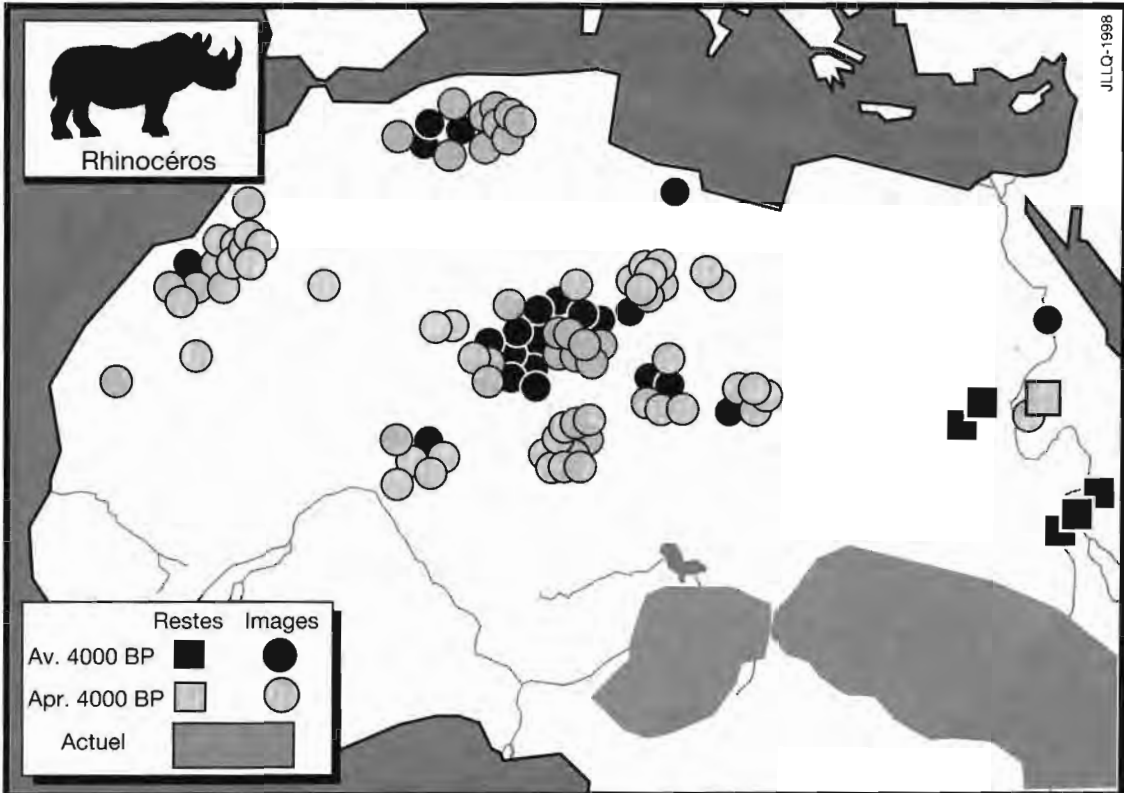
séparée. Pour leur bonne compréhension, il faut tenir compte du fait que chaque localisation correspond à la *présence* de l'espèce concernée, sous forme fossile ou artistique, et compte non tenu du nombre de spécimens attestés. En effet, pour limiter le plus possible l'intervention d'éventuels filtres culturels ayant pu survaloriser ou dévaloriser telle ou telle espèce dans certaines zones, le pointage s'est effectué sur le seul critère de la présence ou de l'absence de l'espèce aux deux époques indiquées (« ancienne », « récente »). Par contre, la base de donnée, elle, archive d'autres données, qu'il sera ensuite possible de prendre en compte, par exemple dans le cadre d'une analyse statistique des variabilités régionales.

La présentation se limitera aux données réunies pour six espèces (rhinocéros, hippopotame, éléphant, girafe, oryx et crocodile), choisis qui s'explique par le fait qu'il s'agit apparemment de bons indicateurs de milieu, pour lesquels on dispose d'une documentation relativement abondante. Une septième carte, celle du grand buffle antique, est également présentée pour comparaison, bien qu'il s'agisse d'un animal disparu, car ses figurations

ont été traditionnellement tenues pour importantes dans l'élaboration de certaines chronologies.

## I - LE RHINOCÉROS

Il est généralement difficile d'identifier précisément les rhinocéros, dont on sait qu'il existe en Afrique deux espèces : le Rhinocéros dit « blanc » (*Ceratotherium simum*), et celui dit « noir » (*Diceros bicornis*), le premier étant herbivore, et le second phyllophage. Le seul détail graphique permettant d'identifier l'espèce avec une certitude absolue est la position de la queue qui, chez *Ceratotherium simum*, se recourbe en prenant la forme d'une boucle ou d'un anneau lorsque l'animal est alarmé ou excité alors que, dans les mêmes circonstances, *Diceros bicornis* relève la sienne verticalement. Lorsque, sur les figurations, la queue d'un rhinocéros est recourbée, c'est donc à coup sûr qu'il s'agit d'un Rhinocéros « blanc ». Le fait que cette particularité ait été plusieurs fois notée par les artistes confirme que ceux-ci observaient leur environnement avec une grande précision, mais ce détail de la queue n'est pas toujours présent, et il serait donc risqué de toujours vouloir



Carte 3. — Répartition des rhinocéros avant et après 4000 BP.

déterminer à coup sûr l'espèce figurée sur les représentations rupestres. En conséquence, on s'est contenté ici de cartographier la situation du « rhinocéros » en général, avant et après 4000 BP, c'est-à-dire selon que les documents qui le figurent sont « anciens » ou « récents » au sens défini plus haut.

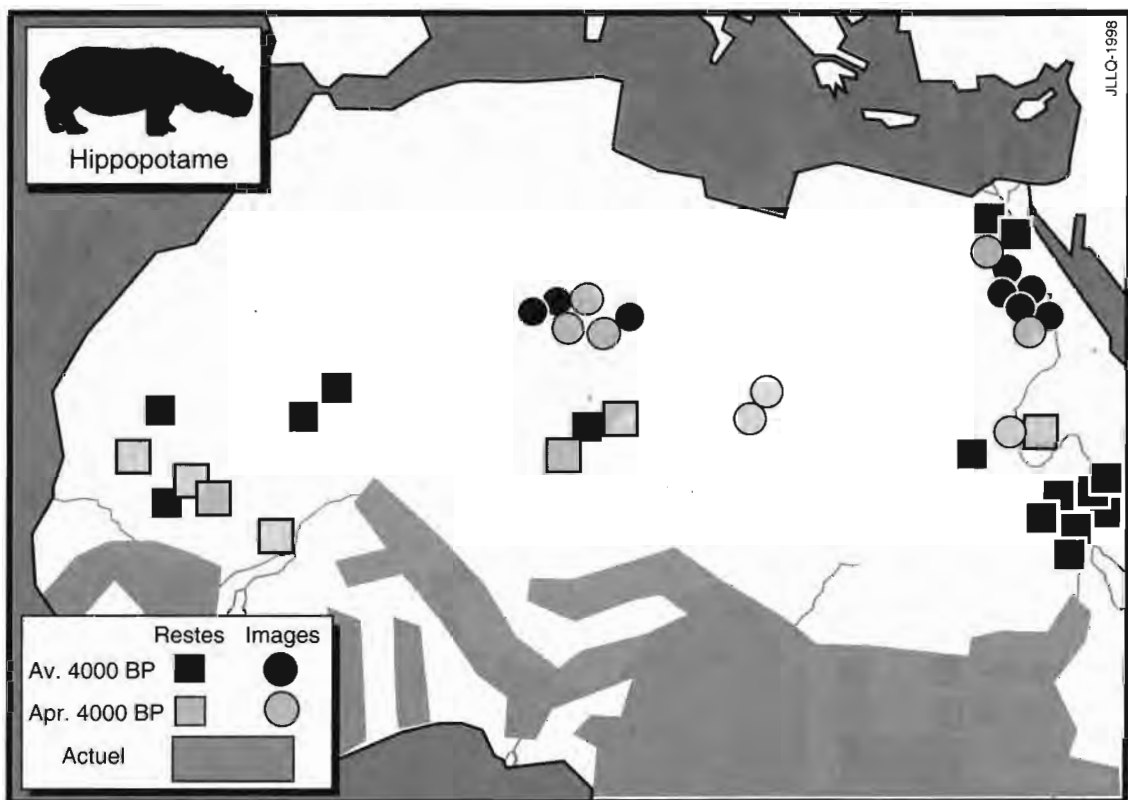
La carte obtenue (carte 3) montre que l'« Aride postnéolithique » de 4000 BP a dû généralement repousser ces animaux hors du Sahara vers le sud, mais qu'ils se sont développés dans les isolats favorables de l'Atlas saharien et du Maroc tout en se maintenant dans la région du Nil. Cependant, leur variété la plus résistante (*Diceros bicornis*) a pu perdurer dans les massifs centraux, jusqu'à ce que la péjoration climatique élimine définitivement l'espèce de l'ensemble du sub-continent.

## 2 - L'HIPPOTOTAME

S'il ne fait aucun doute que l'hippopotame a d'énormes besoins en eau, cet animal n'en constitue pas moins un très mauvais marqueur paléoclimatique ; l'isohyète de 150 millimètres naguère proposée comme limite écologique de l'espèce a

été jugée peu significative pour des reconstitutions de caractère général. Les remarquables facultés d'adaptation de l'hippopotame lui permettent en effet de survivre dans des rivières sujettes à de grandes variations saisonnières. Sa présence ne constitue donc qu'un indice d'eaux permanentes et pas forcément courantes ; elle ne donne guère d'indication sur leur quantité et encore moins sur le climat. Par ailleurs, l'absence totale de cette espèce ne peut suffire à établir un verdict d'aridification avancée.

De plus, bien que particulièrement bien adapté à la vie aquatique, l'hippopotame, qui est un herbivore strict, se nourrit de végétaux terrestres, essentiellement 150 à 200 kg par jour de graminées rases qu'il va chercher dès la tombée de la nuit, parfois jusqu'à dix kilomètres du rivage en saison sèche. Il est à noter que durant leurs sorties nocturnes, les hippopotames à la recherche de pâturages ont coutume de tondre plusieurs kilomètres de berges de chaque côté des rivières qu'ils fréquentent, tout en ménageant les arbres. La réduction de la prairie provoque bientôt une diminution progressive des ressources alimentaires de ces animaux, qui finissent par disparaître localement, tandis que le déve-



Carte 4. — Répartition des hippopotames avant et après 4000 BP.

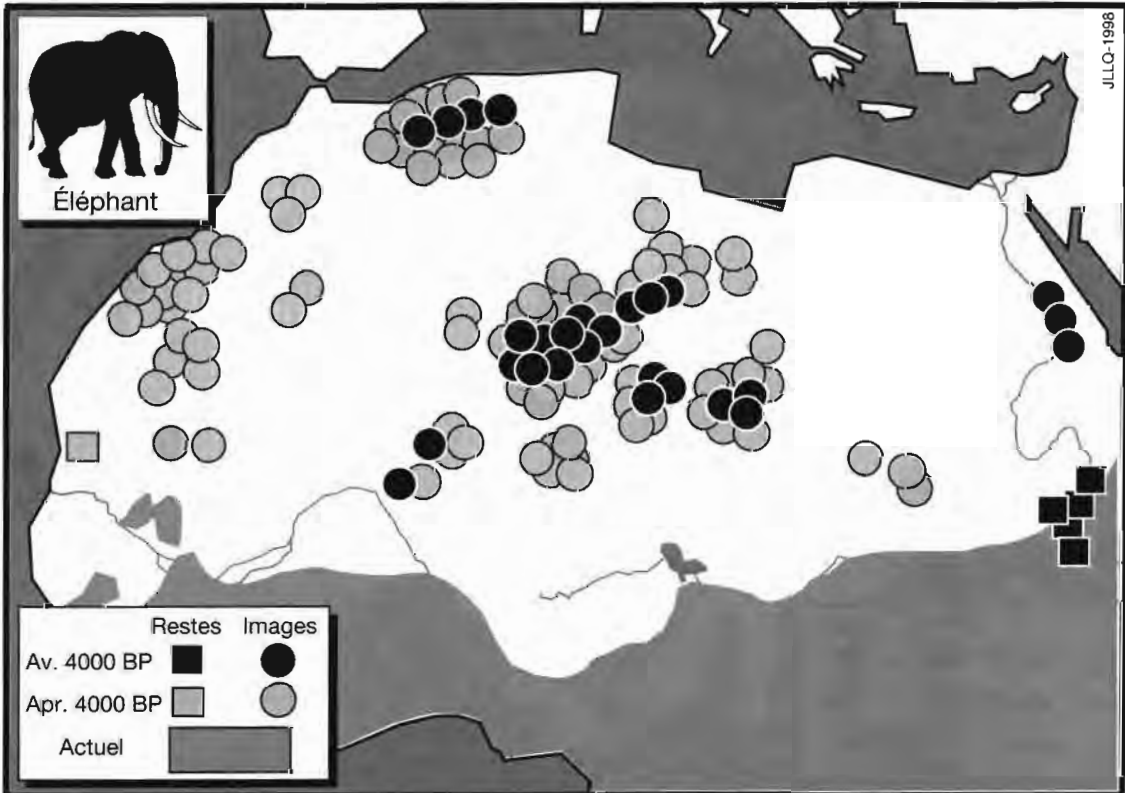
loppement des arbres encourage l'arrivée de nouveaux végétariens, éléphants et girafes. Ces derniers limitent à leur tour l'extension des arbres, que les éléphants finissent même par détruire totalement. Alors la prairie s'installe de nouveau, et les hippopotames reviennent, selon un cycle qui peut s'étendre sur de très longues périodes.

La carte 4, présentant la répartition de cet animal durant l'Holocène, montre que ses attestations sahariennes les plus septentrionales se trouvent parmi les gravures « anciennes » du Sahara central. Les mœurs amphibies de cet animal expliquent évidemment pourquoi il n'a jamais pu occuper l'Atlas ou le Sud-Marocain.

### 3 - L'ÉLÉPHANT

L'éléphant est, avec la girafe, l'une des deux espèces colonisant les bords de rivières que l'hippopotame a excessivement tondus. Or cet animal, qui peut difficilement se passer de boire, a besoin d'une centaine de litres d'eau par jour, et la présence de cet élément est le seul facteur limitant sa distribution. Il apprécie fort le bain, mais en cas de

sécheresse, les éléphants d'Afrique actuels savent creuser le lit des rivières asséchées, pour y trouver le précieux liquide. Ils fabriquent ainsi des trous d'eau qui rendent un fier service à bien d'autres animaux. Au premier siècle de notre ère, Lucien affirma que les éléphants pouvaient supporter la soif et l'ardeur du soleil des déserts de Libye où ils étaient chassés par les Garamantes, mais la chose a été mise en doute (Gsell, 1913). Pourtant, l'exemple des éléphants actuels du désert de Kaokoveld en Namibie montre que cette espèce peut survivre dans un milieu à végétation rare et dispersée, en se déplaçant de nuit pour aller boire, tous les trois ou quatre jours, à des points d'eau distants de quelque cinquante à soixante-dix kilomètres, et dont ils connaissent parfaitement l'emplacement ; ainsi que le fait remarquer Robert Vernet, « voir des éléphants glisser dans le sable vif d'une haute dune d'allure parfaitement saharienne oblige à se poser des questions sur leurs capacités à vivre dans des milieux où on ne s'attendrait pas à les trouver » (Vernet, 1995). Mais où qu'ils vivent, les éléphants doivent dévorer au moins 180 kg de fourrage par jour, parfois jusqu'à



Carte 5. — Répartition des éléphants avant et après 4000 BP.



300 kg. Leur nourriture se compose essentiellement de jeunes pousses, écorce, fruits, feuillage et graminées (*Pennisetum* peut constituer jusqu'à 80 % de leur régime).

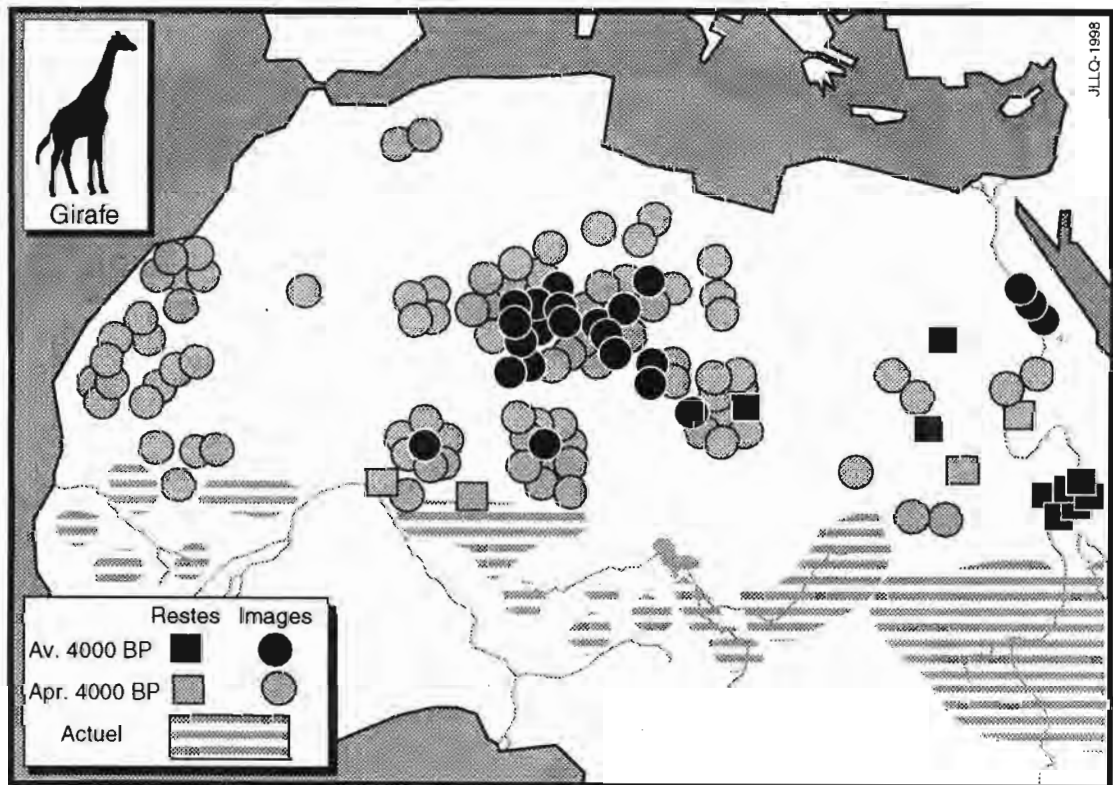
La carte de répartition des documents anciens et récents concernant l'éléphant au Sahara holocène (carte 5) permet de reconstituer l'évolution de l'espèce. La détérioration climatique a fini par scinder l'ensemble des éléphants anciens du Sahara en deux populations : l'une se replia au sud, où leurs descendants vivent encore actuellement, et l'autre se retira sur les autres marges du sub-continent (Atlas saharien, Maroc, Mauritanie), où de petits groupes résiduels réussirent à survivre plus ou moins longtemps, avant de disparaître les uns après les autres. C'est dans ces dernières populations qu'ont été prélevés les animaux utilisés par les Carthaginois dans leurs armées, et ceux dont parlent les auteurs antiques.

#### 4 - LA GIRAFE

Dans la nature, ces grands phyllophages accompagnent l'éléphant pour coloniser les

anciennes prairies à hippopotames, après que ceux-ci les aient complètement tondues en n'y laissant que des arbres. Les girafes, qui ne broutent qu'exceptionnellement, en écartant largement les pattes antérieures, se nourrissent essentiellement de feuilles, fruits et jeunes pousses d'arbres qu'elles peuvent aller cueillir très haut, en affectionnant tout particulièrement les bosquets d'acacias, mais aussi les myrrhes et les myrobalans. Elles peuvent boire très irrégulièrement, et sont même réputées pouvoir rester plusieurs mois sans s'abreuver, notamment au Kalahari, en trouvant dans les feuilles vertes des *Mimosées* épineuses l'eau qui leur est nécessaire. De plus, la grande puissance de marche de ces animaux leur permet d'effectuer le cas échéant de grands déplacements pour aller se désaltérer. En outre, s'il leur faut trouver quotidiennement de 75 à 85 kg de végétaux (soit beaucoup moins que pour les grands pachydermes), leur régime est tel que sa qualité nutritive ne diminue pas en saison sèche, contrairement à ce qui se passe pour les herbivores.

Toutes ces caractéristiques font que les girafes, vivant surtout dans des zones ouvertes buisson-



Carte 6. — Répartition des girafes avant et après 4000 BP.

neuses et des savanes parsemées d'acacias, sont des animaux de régions sèches, ne pénétrant jamais dans la forêt dense, et pouvant donc subsister dans un environnement inacceptable pour les grands pachydermes (Dekeyser, 1955 ; Dorst et Dandelot, 1976).

La carte 6 montre que l'« Aride postnéolithique » favorisa l'expansion de cet animal affectonnant les régions sèches. L'espèce se répandit alors sur l'ensemble du Sahara, tout en restant rarissime ou absente dans les zones les plus septentrionales, et notamment dans l'Atlas. C'est donc l'un des représentants de la grande faune qui résista le plus longtemps à la péjoration climatique, jusqu'aux débuts de notre ère dans la région du Sud-Marocain, voire jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle pour certaines régions sahariennes des environs du 20<sup>e</sup> parallèle (région d'Aguellet Nemadi).

## 5 - L'ORYX

L'Oryx algazelle (*Oryx dammah*) est une grande antilope aux cornes immenses en forme de cimeterre, très faciles à différencier de celles – un peu plus courtes et surtout presque droites – de

l'*Oryx leucoryx* d'Arabie et du Désert oriental d'Égypte, ou de celles de l'*Oryx beisa* qui ne se trouve que dans les régions sèches et savanes à herbes courtes de l'est de l'Afrique. Vivant dans les régions sahéliennes et semi-désertiques en ne pénétrant qu'accidentellement dans le vrai désert, l'oryx algazelle est un nomade capable de se déplacer sur de grandes distances, en suivant la pluie à la recherche d'une bien maigre pâture (gousses d'acacia tombées au sol, coloquintes, graminées, légumineuses). Avant que l'aire de répartition de cette antilope soit dramatiquement réduite (voire anéantie) par l'homme, les troupeaux d'oryx se déplaçaient vers le nord à la saison des pluies (juin-août), parfois jusqu'en plein Désert Libyque, pour redescendre ensuite vers le sud. Dans les années 1950, ces migrations pouvaient encore concerner des troupeaux de plusieurs centaines d'individus, et l'animal, alors déjà presque disparu de Libye, se voyait encore assez facilement dans le Rio de Oro et l'Ahaggar. Mais maintenant, il a pratiquement disparu partout, ne survivant – rarissime – qu'entre l'Air et l'Ennedi.

Le régime de l'oryx lui permet de couvrir ses besoins en liquide, car il se nourrit principalement



Carte 7. — Répartition des oryx avant et après 4000 BP.

à l'aube, en bénéficiant de la rosée alors que les feuilles des arbustes sont le plus riches en eau, et il est donc capable de se passer complètement de boire. L'adaptation morphologique, éthologique et physiologique de l'oryx aux zones arides est patente : même lorsque la température du corps atteint 45°C, celle du cerveau ne dépasse jamais le seuil léthal de 41°C. De plus, les fèces de l'animal sont déshydratées, la blancheur de sa robe renvoie la chaleur, son profil efflanqué minimise la surface exposée aux radiations solaires en fonction desquelles il oriente son corps. L'adaptation d'*Oryx dammah* aux conditions extrêmes est cependant moindre que celle de l'Addax ou des gazelles. La tendance actuelle de l'espèce à quitter les régions steppiques pour occuper des zones réellement désertiques n'est due qu'à son extermination quasi-complète, d'où son repli vers des endroits moins fréquentés par l'homme.

L'aire de distribution de cette espèce au Sahara depuis le début de l'Holocène (carte 7) a été bien étudiée par Alfred Muzzolini qui a montré qu'à partir de 4000 BP, l'oryx se répand très largement, et qu'il est couramment figuré sur les figurations rupestres d'époque récente (dans le I<sup>er</sup> millénaire avant notre ère), aux périodes dites « libyco-berbère », « du cheval » ou « du chameau », durant lesquelles le thème de la chasse à l'oryx devient extrêmement populaire (Muzzolini, 1990).

Mais les découvertes récemment effectuées au Messak libyen montrent que la situation n'est pas aussi tranchée qu'il pouvait paraître. En effet, cette antilope y côtoie parfois sur les gravures les autres animaux de la grande faune dite éthiopienne, notamment l'hippopotame, sans qu'aucun détail permette de l'en distinguer du point de vue de la chronologie. La présence simultanée de l'oryx et de l'hippopotame sur les figurations de l'école du Messak suggère l'existence d'un paléo-environnement assez favorable pour que se soient maintenues – au moins localement, le long des points d'eau – le gros pachyderme aquatique et d'autres représentants de la grande faune, mais avec des précipitations qui ne devaient sans doute pas dépasser les 200 millimètres annuels pour la partie septentrionale du Sahara. En tout cas, ces gravures anciennes du Messak prouvent que l'espèce y a certainement été représentée avant 4000 BP, c'est-à-dire à une époque où la grande faune sauvage était toujours présente. À première vue, ces oryx anciens du Messak paraissent donc contredire le schéma proposé par Alfred Muzzolini, qui présente *Oryx dammah* « comme un bon fossile directeur dans les problèmes chronologiques », dans la

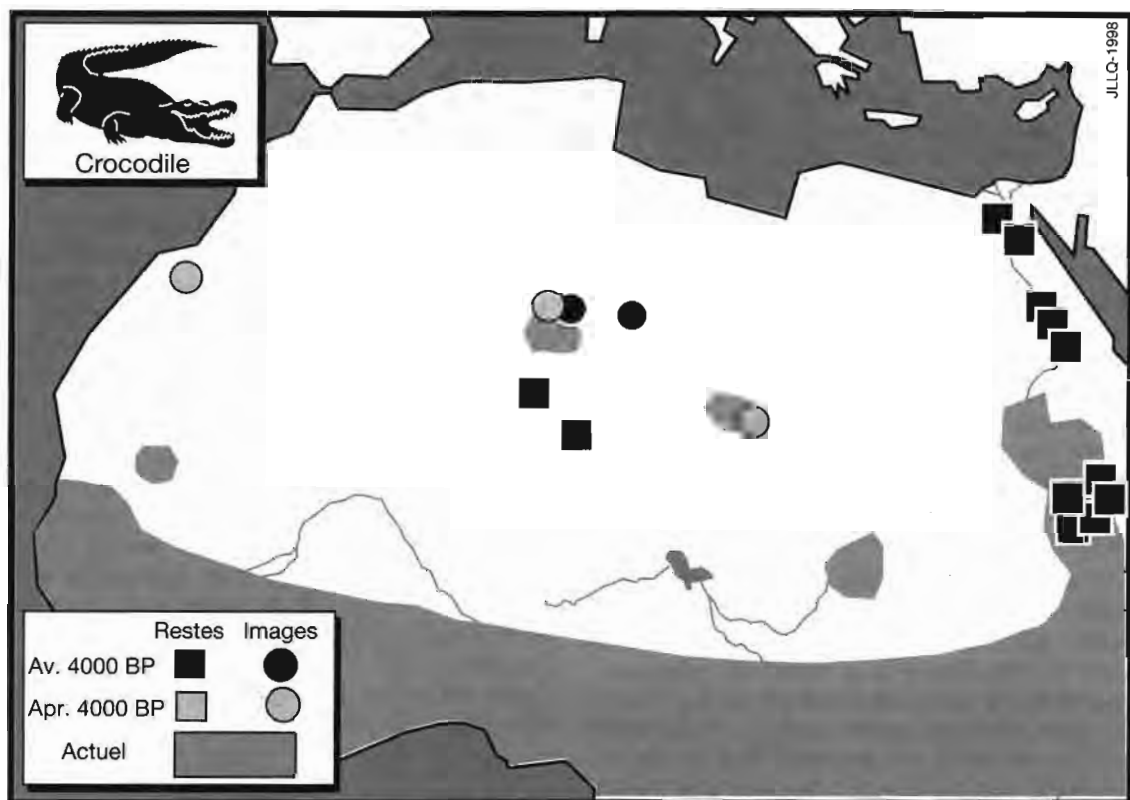
mesure où « il permet de situer, avec une forte probabilité, dans les périodes récentes – postérieures à 2000 BC – les écoles où apparaissent ses figurations » (Muzzolini, 1990). En fait, les oryx anciens du Messak ayant été représentés en même temps que des hippopotames, éléphants et rhinocéros, il est impossible qu'ils soient postérieurs à 2000 BC.

Cette contradiction n'est qu'apparente, et la solution du problème se trouve probablement dans la position « charnière » du Messak, à la hauteur duquel les plus récents travaux de paléoclimatologie placent la limite désert-savane à l'Holocène moyen. L'oryx affectionnant à la fois les zones subarides et la savane arborée tout en pouvant se déplacer facilement sur d'assez grandes distances afin de trouver des territoires qui lui conviennent, on peut supposer que les exemplaires anciens du Messak correspondent à une extension extrême de son aire de répartition ancienne – aire du Nil et désert libyque – avant que cette espèce achève la conquête de l'ensemble du Sahara et du Maghreb en profitant de l'aridification croissante. Une telle hypothèse aurait l'avantage d'expliquer pourquoi l'oryx est absent des représentations animalières de style bubalin partout ailleurs qu'au Messak.

## 6 - LE CROCODILE

Le Crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*) peut atteindre six mètres de long, et c'est le plus commun des crocodiles africains, mais il a été rarement représenté par les peintres ou les graveurs de la Préhistoire. Un trait spécifique de cet animal est que ses dents sont visibles à l'occlusion, particularité qui a parfois été bien rendue par les graveurs. Au Messak, deux de ces sauriens accompagnent des hippopotames : association exceptionnelle sur les parois gravées, et dont il est difficile de juger du caractère « réaliste » ou non. En remarquant que, sur ces figurations, l'animal est représenté beaucoup plus grand que l'hippopotame, on peut en tout cas rappeler que si le crocodile est un charognard qui dévore les corps et carcasses charriés par les rivières, il ne s'en prend guère à l'hippopotame, n'attaquant que les jeunes et – rarement – les adultes blessés ou affaiblis.

Les crocodiles peuvent résister à la sécheresse de diverses manières : en effectuant de véritables migrations nocturnes, pour rechercher de nouveaux territoires, ou en passant la saison sèche dans de profonds terriers creusés dans les berges des cours d'eau. Comme ce sont des animaux ectothermes (dont la température interne dépend de sources de chaleur extérieures à l'organisme) et



Carte 8. — Répartition des crocodiles avant et après 4000 BP.

poïkilothermes (dont la température varie avec les températures extérieures), et qu'il leur faut maintenir leur température interne aux environs de 32° C, ils passent régulièrement par des phases de vie ralentie lorsque les conditions du milieu sont par trop difficiles.

Pour des raisons écologiques évidentes, la répartition des crocodiles au Sahara a toujours été très limitée (carte 8). Leur régression est générale dans tout le subcontinent, car ils n'ont pu survivre à l'assèchement des cours d'eau, hormis en de rarissimes zones reliques, où des formes naines témoignent encore parfois des anciens peuplements.

#### IV - CONCLUSIONS

En confondant bestiaire et faune pour reconstruire des isohyètes, on court le risque de ne tracer que des limites paléontologiques. Néanmoins, à condition de se baser sur les minima indispensables à chaque espèce, une telle reconstruction vaut

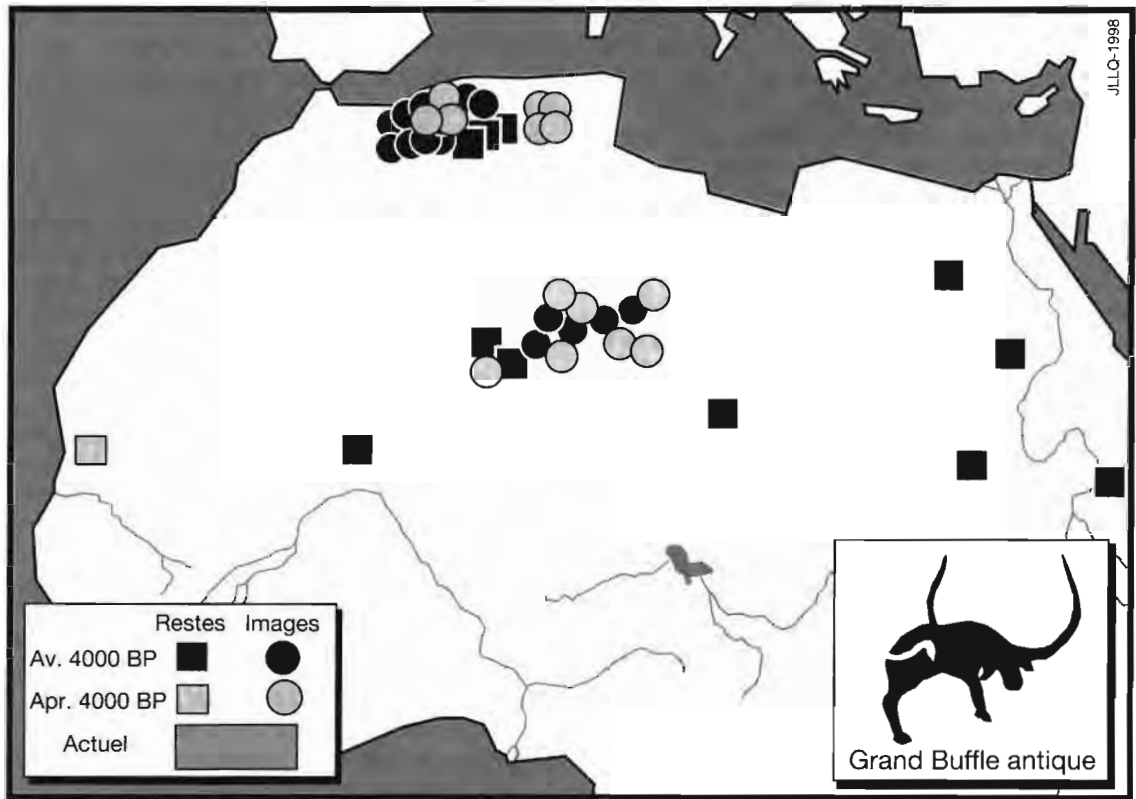
d'être tentée, afin d'essayer de préciser l'estimation de la pluviométrie moyenne du Sahara « ancien », sachant que l'isohyète 100 mm sert usuellement de limite au Sahara actuel.

L'isohyète de 150 mm a été donnée comme limite écologique pour l'hippopotame, mais cet animal étant plus lié au milieu aquatique qu'au climat proprement dit, il serait risqué de l'utiliser seul dans un tel travail, où les données qui le concernent ne peuvent prendre sens qu'en étant confrontées à celles qui concernent d'autres espèces.

Le rhinocéros est connu pour résister à des conditions assez défavorables, et on a signalé qu'il a pu se maintenir aux abords de l'isohyète 150 mm jusqu'en 1917, dans les mares boueuses du Bahr el Ghazal (nord-est du lac Tchad) (Huard, 1967).

L'habitat habituel de l'éléphant se situe bien dans des zones à 500 mm, mais cet animal peut survivre à 150 mm, voire moins.

La girafe affectionne les régions à 200 mm, mais peut se contenter de 50 mm, alors que l'oryx sait être encore moins exigeant.



Carte 9. — Répartition des grands buffles antiques avant et après 4000 BP.

Le crocodile, étant aquatique, dépend plus directement des variations climatiques mais il est susceptible de survivre dans de petits isolats.

La superposition de l'ensemble des cartes montre que le Messak est, avec l'aire du Nil, la seule région du Sahara dans laquelle vécut à la fois, avant 4000 BP, le crocodile, l'hippopotame, la girafe, l'éléphant, le rhinocéros, l'oryx et le grand buffle antique (carte 9). Mais dans l'aire du Nil, le grand buffle n'a jamais été représenté. Cette constatation amène à examiner la situation particulière du Messak, zone pour laquelle on dispose maintenant d'une très riche documentation.

Chacune des espèces citées ayant été régulièrement – mais non exclusivement – figurée en utilisant les conventions similaires utilisées à la période « ancienne » (bubalin naturaliste, canons de l'école du Messak), il est évident qu'elles étaient toutes contemporaines des graveurs spécialistes de chaque style, lesquels disposaient assurément de « modèles » vivants. Il faut donc expliquer la coexistence de tous ces animaux à l'époque des gravures « anciennes ».

Si l'on raisonne en tenant compte des *minima* supportables par chaque espèce, il est possible de distinguer deux groupes : l'un regroupant hippopotame, éléphant et rhinocéros, qui tous peuvent admettre un minimum de 150 mm (bien qu'ils « préfèrent » plus), et l'autre comprenant girafe et oryx, qui se situent vers 50 mm et au-dessous. Apparemment, ces deux groupes ont des exigences bien différentes et on les imagine très mal vivant ensemble.

Une solution simple et naturelle à ce problème de seuils écologiques est celle qui fait appel au concept d'écotone spatial, dans une zone correspondant à un seuil de transition désert-savane, comme c'était justement le cas du Messak à l'époque de réalisation des gravures « anciennes ». En effet, les données palynologiques et anthracologiques réunies au Sahara central depuis une dizaine d'années ont permis de montrer que durant l'Holocène moyen, jusque vers 6000 BP, la limite Sahara-Sahel s'est déplacée d'environ 400 km au nord de son emplacement actuel (carte 1). La distribution géographique des indicateurs utilisés montre que l'ancienne distribution zonale caracté-

risant l'ensemble du Sahara au début de l'Holocène avait été remplacée par une véritable mosaïque de paysages. La région de l'Akâkûs et de la Tadrart était alors occupée par une savane à *Acacia*, *Commiphora*, *Bauhinia* et *Rhus*, tandis que sur les plateaux situés immédiatement à l'est, du Messak au Djado, régnait aussi une savane, mais plus pauvre, à *Acacia-Maerua-Capparis*, groupement végétal typique des zones de transition désert-savane. Le couloir séparant ces deux régions était occupé par une végétation très ouverte, à graminées et arbustes divers, et ça et là quelques landes et marécages (Schulz, 1987 ; Schulz, 1991). Au Messak même, au moment de l'occupation néolithique attestée vers 6825 ± 90 BP dans les niveaux inférieurs d'une grotte du *Matkhendûsh*, régnait également une savane comprenant des plantes hygrophiles (*Cyparacae*, *Typha*, *Lithisum*) mais aussi des espèces typiques des milieux arides (*Tamarix*, *Echium*, *Maerua*, *Capperaceae*) (Neuman et Schulz, 1987). À compter de 6000 BP, on constate un appauvrissement général de la végétation, selon un processus qui, après 4000 BP, aboutira finalement au paysage actuel.

Il en résulte d'une part que les animaux du premier groupe peuvent fort bien avoir vécu dans les savanes les plus humides de cette région, tandis que ceux du second se tenaient sur une périphérie déjà plus ou moins désertique.

D'autre part, girafe et oryx, susceptibles de parcourir de grandes distances pour assurer leur subsistance, pourraient s'être régulièrement éloignés puis rapprochés du plateau lui-même, en suivant les modifications survenues lors des oscillations climatiques de petite ampleur qui n'ont pas manqué de survenir au cours de cet « Humide », mais que nous ne pouvons percevoir. Car notre image des paléoclimats holocènes sahariens se ressent de la presbytie à laquelle nous condamnons l'imprécision des outils d'analyse, puisque ceux-ci nous interdisent d'apprécier les nuances temporelles inférieures au pouvoir de résolution du carbone 14. Le coût d'une telle imprécision dans toute entreprise de reconstruction des paléoclimats se mesure aisément lorsque l'on constate que, dans le Sahel actuel, les isohyètes se sont déplacés de 200 km vers le sud entre 1965 et 1985, soit des deux-tiers de l'étendue latitudinale du Messak...

Il est bien établi que le Sahara n'a jamais été cette forêt tropicale peuplée de grands fauves, qu'on avait cru pouvoir y deviner autrefois. Au contraire, si, dans sa partie méridionale, les pluies d'été de mousson ont effectivement pu dépasser

500 mm par an, divers travaux de palynologie et sédimentologie (Neuman and Schulz, 1987 ; Schulz, 1987) ont montré que dans toute sa partie septentrionale (située au nord d'une limite de valeur écologique située entre 22° N et le Tropique du cancer), les paléoprécipitations n'ont jamais excédé 200 mm annuels en dehors des massifs, même au plus fort des humides. Durant l'époque de réalisation des gravures « anciennes » locales, le Sahara central n'a donc jamais été, au mieux, qu'une mosaïque de steppes-savanes semi-arides.

Le peuplement relictuel de grands fauves africains qu'évoquent les images rupestres, témoigne d'une ancienne extension des zones bioclimatiques au Pléistocène, et correspond à la période-limite du dernier Humide durant lequel cette grande faune put encore se maintenir. De plus, il est très probable que, dans l'« écozone-limite » qu'était alors le Messak, les conditions aient été différentes au nord et au sud. En effet, l'ensemble des deux plateaux du Settafet (au nord) et du Mellet (au sud) s'étend sur environ 300 km ce qui, par analogie avec la distribution actuelle des zones bioclimatiques (limite Sahel-Sahara), peut avoir suffi pour induire de notables variations dans les populations végétales et animales, sinon sur les plateaux eux-mêmes, du moins dans les piémonts. Il est donc probable que la moyenne des précipitations annuelles dépassait sensiblement les 200 mm dans les parties les plus favorisées de cette province, mais pouvait descendre au-dessous des 150 mm ailleurs, selon un gradient nord-sud ne pouvant être sans influence sur les populations végétales et animales.

Revenons sur les présupposés de la présente recherche. Au départ, on avait « parié » – imprudemment peut-être – sur la validité de deux choix : 1. dresser les cartes de répartitions des documents faunistiques « anciens » et « récents », en plaçant la frontière entre les deux à 4000 BP ; et 2. utiliser uniquement des critères stylistiques pour départager les œuvres.

Il en résulte qu'en adoptant un courant de pensée qui oppose une suspicion grandissante aux tentatives de classification des œuvres par le style, il serait possible de dénier toute valeur au travail qui précède. Un résultat méthodologique imprévu de ce dernier est alors de confirmer la validité des présupposés de départ. En effet, le risque d'erreur lors de la classification des documents est toujours de 50 %, puisque le choix s'opère toujours entre deux possibilités : l'œuvre est soit « ancienne » (antérieure à 4000 BP), soit « récente » (postérieure à 4000 BP). Si les critères stylistiques uti-

lisés pour ce classement avaient été sans valeur, la cartographie des résultats aurait donné une répartition aléatoire. Or nous avons vu que c'est tout le contraire qui apparaît sur nos cartes, dont l'ensemble donne une image cohérente de l'évolution de la faune durant l'Holocène, pour chacune des espèces étudiées. Il en résulte que ces critères sont bien efficaces, et permettent une certaine appréhension de la réalité passée.

En conclusion, on peut affirmer que les indications tirées de la documentation ostéologique, des figurations rupestres et des œuvres mobilières permettent bien de construire une image de la situation faunistique dans le nord de l'Afrique avant et après 4000 BP. Bien sûr, cette image est encore floue et fort imparfaite, mais elle est suffisamment lisible pour être utile à l'archéozoologue et au préhistorien. Il est notamment possible d'y reconnaître, dans le sud-ouest libyen, l'existence d'une « écozone-limite » extrêmement sensible aux variations de précipitations, lesquelles se situaient alors autour d'une moyenne annuelle de 150 à 200 mm. Excès et déficits autour d'une telle moyenne obligeaient à des avancées et retraits tant de la faune sauvage que du bétail des pasteurs, dans des conditions paléoenvironnementales très proches de celles que connaissent encore actuellement, plus au sud, nombre de populations pastorales africaines.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BROOKS, G.E. (1986) : A Provisional Historical Schema for Western Africa Based on Seven Climate Periods (ca 9000 BC to the 19th Century). *Cahiers d'Études Africaines* 101-102, pp. 43-62.
2. DEKEYSER, P.L. (1955) : *Les mammifères de l'Afrique noire française*. Dakar : IFAN (Initiations africaines 1), 426 p.
3. DORST, Jean, et D. DANDELLOT (1976) : *Guide des grands mammifères d'Afrique*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé, 286 p.
4. GASSE, F., R. TÉHET, A. DURAND, E. GIBERT, et J.-Ch. FONTES (1990) : The arid-humid transition in the Sahara and the Sahel during the last deglaciation. *Nature*, pp. 141-146.
5. GAUTIER, Achilles, and Alfred MUZZOLINI (1991) : The life and times of the giant buffalo alias Bubalus/Homoioceras/Pelorois antiquus in Nord Africa. *Archeozoologia* IV, pp. 39-92.
6. GSELL, Stéphane (1913) : Histoire ancienne de l'Afrique du Nord, t. 1 : Les conditions du développement historique, les temps primitifs, la colonisation phénicienne et l'empire de Carthage. Paris: Hachette, 544 p.
7. HUARD, Paul (1967) : Matériaux archéologiques pour la paléoclimatologie post-glaciaire du Sahara oriental et tchadien. In: Henri-Jean Hugot (ed.). Congrès Panafricain de Préhistoire, Dakar, 1967 ; pp. 207-217. Imprimeries Réunies de Chambéry.
8. LE QUELLEC, Jean-Loïc (1998) : Art rupestre et Préhistoire au Sahara. Paris, Payot, 616 p.
9. LÉZINE, A.M., et J. CASANOVA (1989) : Pollen and Hydrological Evidence for the Interpretation of Past Climates in Tropical West Africa during the Holocene. *Quaternary Science Review*, pp. 45-55.
10. MAUNY, Raymond (1955) : Répartition de la grande « faune éthiopienne » du Nord-Ouest africain du Paléolithique à nos jours. In: J. Desmond Clark & Sonia Cole (ed.). Third Pan-African Congress on Prehistory, Livingstone, 1955 ; pp. 102-105. Chatto & Windus.
11. MAUNY, Raymond (1956) : Préhistoire et Zoologie : la grande « faune éthiopienne » du Nord-Ouest africain du paléolithique à nos jours. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire* XVIII, pp. 246-279.
12. MUZZOLINI, Alfred (1985) : Les climats au Sahara et sur ses bordures, du Pléistocène final à l'aride actuel. *Empiries*, pp. 8-27.
13. MUZZOLINI, Alfred (1990) : Faunes holocènes du Maroc et variations des aires de distribution de certaines espèces sauvages dans le nord de l'Afrique. L'expansion récente de l'Oryx dammah. In: Eduardo Ripoll Perello (ed.). El Estrecho de Gibraltar, Ceuta, 1990 ; pp. 215-244.
14. NEUMAN, K., et E. SCHULZ (1987) : Végétations holocènes dans le Sahara central. *Géodynamique* 2, pp. 127-160.
15. PACHUR, Hans Joachim (1975) : Zur spätpleistozänen und holozänen Formung auf der Nordabdachung des Tibestigebirges. *Die Erde*, pp. 25-46.
16. PACHUR, Hans Joachim (1982) : Aspekte Palöklimatischer Befunde in der östlichen Zentralsahara. *Geometodica*, pp. 23-54.
17. PACHUR, Hans Joachim (1993) : Reconstruction of Palaeodrainage Systems in Sirt Basin and the Area Surrounding the Tibistū Mountains: Implications for the Hydrogeological History of the Region. In: M.J. Salem, A.J. Mourzughi, and O.S. Hammuda (eds.). *The Geology of Sirt Basin, First symposium on the Sedimentary Basins of Libya*, Tripoli, 1993 ; pp. 157-166. Elsevier.
18. PACHUR, Hans Joachim (1997) : Der Ptolemäus-See in Westnubien als Palöklimaindikator. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, pp. 227-250.
19. PACHUR, Hans Joachim, et N. ALTMANN (1997) : The Quaternary (Holocene, ca. 8000 a BP). In: H. Schanderlemeier and P.O. Reynolds (eds.),

- Palaeogeographic-Palaeotectonic Atlas of North-Eastern Africa, Arabia, and Adjacent Areas. Late Neoproterozoic to Holocene ; pp. 111-125. Rotterdam: Balkema
20. PACHUR, Hans Joachim, et G. BRAUN (1980) : The Paleoclimate of the Central Sahara, Libya and the Libyan Desert. *Palaeoecology of Africa*, pp. 351-363.
  21. PACHUR, Hans Joachim, et S. KRÖPELIN (1989) : L'aridification du Sahara oriental à l'Holocène moyen et supérieur. *Bulletin de la Société Géologique de France V*, pp. 99-107.
  22. PACHUR, Hans Joachim, et WÜNNEMANN (1996) : Reconstruction of the paleoclimate along 30°E in the eastern Sahara during the Pleistocene/Holocene transition. *Palaeoecology of Africa and the Surroundings Islands*, pp. 1-32.
  23. PETIT-MAIRE, Nicole (1993) : Recent quaternary climatic change and man in the Sahara. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale du Milano XXVI*, pp. 411-416.
  24. ROGNON, Pierre (1985) : Mise au point sur l'évolution des environnements de la fin du Pléistocène et de l'Holocène en Afrique du Nord. *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protohistoire (Nouv. sér.)*, pp. 141-161.
  25. SCHNEIDER, Jean-Louis (1994) : Le Tchad depuis 25000 ans. Géologie - Archéologie - Hydrogéologie. Paris: Masson, 134 p.
  26. SCHULZ, E. (1987) : Die Holozäne Vegetation der Zentralen Sahara (N-Mali, N-Niger, SW-Libyen). *Palaeoecology in Africa and Surrounding Islands*, pp. 143-161.
  27. SCHULZ, E. (1991) : The Taoudenni-Agorgott pollen record and the Holocene vegetation history of the Central Sahara. In: Nicole Petit-Maire (ed.), *Paléoenvironnements du Sahara. Lacs holocènes à Taoudenni (Mali)* ; pp. 143-160. Paris: C.N.R.S.
  28. VERNET, Robert (1994) : Datations absolues et chronologie, Milieux, hommes et techniques du Sahara préhistorique ; pp. 229-236. Paris: L'Harmattan.
  29. VERNET, Robert (1995) : *Climats anciens du nord de l'Afrique*. Paris : L'Harmattan, 179 p.
  30. VERNET, Robert et AUMASSIP, Ginette (1992) : Le Sahara et ses marges. Paléoenvironnements et occupation humaine à l'Holocène. Inventaire des datations 14 C. Niamey: Université de Niamey - CNRS, 107 p.