

DATATIONS ET CHRONOLOGIE INTRODUCTION GÉNÉRALE

Louise Marie DIOP-MAES

RESUME

L'archéologie donne habituellement une chronologie relative.

Les méthodes physico-chimiques de datation permettent d'établir une chronologie absolue. Pour la période partant de 100 000 ans avant J.C., les principales méthodes sont :

- *L'archéomagnétisme* ou *magnétisme rémanent* qui mesure l'aimantation des *terres cuites*, puis compare les directions et intensités de l'échantillon à dater avec celles de vestiges déjà bien datés. Cette méthode ne peut donc être employée seule et ne date que des *structures fixes*.

- *La thermoluminescence* : un nouveau chauffage des *terres cuites* en laboratoire permet de mesurer l'intensité de l'énergie stockée depuis l'instant du précédent chauffage d'origine archéologique, en provoquant la phosphorescence de minéraux cristallins contenus dans la roche argileuse. L'appareillage est complexe et la méthode très délicate. Mais elle complète très utilement la méthode du radiocarbone (qui ne s'adresse qu'à des matières organiques).

- *La racémisation des acides aminés* permet de mesurer le temps écoulé depuis la mort des *organismes vivants*, grâce aux acides aminés contenus dans les protéines : *lévogyres* durant la vie, ils deviennent progressivement *dextrogyres* après la mort.

- *L'uranium-thorium* : on utilise le fait que l'Uranium 238, *en milieu clos*, se transforme progressivement en Thorium 230 et que des déséquilibres se produisent dans la chaîne de transformation. En mesurant la quantité de thorium déjà formé, on peut calculer l'âge de l'échantillon enfermé : *ossements, coraux, outils pris dans des concrétions marines*.

- *Le radiocarbone*, méthode qui reste la plus utilisée (nombreux laboratoires). Elle repose sur le fait que la radioactivité du C^{14} décroît de moitié en 5730 ans \pm 40 ans après la mort des *organismes* qui avaient fixé le carbone de l'atmosphère, de leur vivant. Méthode la plus ancienne et la plus discutée, elle se perfectionne continuellement. A condition d'avoir affaire à des échantillons valables (*charbons, bois, os - non contaminés et en quantité suffisante*), elle donne des résultats de plus en plus satisfaisants (approximation \pm 10%), après calibration par la dendrochronologie, le magnétisme thermorémanent et l'étude des varves périglaciaires. De nouveaux affinements sont en cours. Certains laboratoires peuvent remonter jusqu'à 60 000 ans, voire 70 000 au lieu de 40 000 habituellement.

- *L'hydratation de l'obsidienne* : la couche superficielle d'un objet en obsidienne, altérée par la présence de l'eau, est mesurée au microscope à 0,01 micron près, après traitement chimique. Cette méthode est *peu onéreuse* et relativement simple. Sa précision est analogue à celle du C^{14} . Elle est complétée facultativement par la méthode des *traces de fission* dont le nombre augmente avec le temps à partir d'un événement thermique.

Les datations physico-chimiques ont considérablement amélioré notre connaissance du passé de l'Afrique. Pour la haute préhistoire, la datation par le Potassium/Argon a permis de savoir que les premiers épisodes pluviaux africains sont très antérieurs à la glaciation de Günz ; ce sont plutôt les périodes arides qui correspondent aux phases de glaciation européennes. A l'inverse de ce que l'on supposait, les *Homo erectus*, les *Homo sapiens sapiens*, les paléolithiques inférieur, moyen et supérieur sont plus anciens en Afrique orientale que nulle part ailleurs. C'est aussi très *probablement* en Afrique que se situent le plus ancien début d'agriculture (15 000 -12 000 BC, en Haute-Egypte), les plus anciennes céramiques et le premier âge du fer. En Afrique occidentale, l'urbanisation commence au moins au 3ème siècle av. J.C., en même temps qu'en Éthiopie. Les réseaux d'échanges commerciaux s'y amplifient dès le premier millénaire AD (R. et S. MacINTOSH).

Les compétences des archéologues et des archéomètres "sont à associer, non à confronter". Il serait nécessaire de publier les résultats des datations, non seulement en dates conventionnelles ou corrigées du radiocarbone, mais aussi en dates calibrées de la table de haute précision établie depuis 1985-1986. Et chaque chercheur a à connaître les intervalles de confiance. Une date discordante impose, avant de porter un jugement, de chercher les causes possibles de contamination, de faire redater le même échantillon, ainsi que les niveaux immédiatement supérieur et inférieur, de supposer un nouveau scénario dans lequel la date inattendue pourrait entrer.

Le nombre de sites archéologiques et de datations ne permettent pas encore de présenter une carte chronologique de l'apparition du néolithique et du fer en Afrique. Il faudrait non seulement multiplier les sites de fouilles, mais aussi dater (ou redater) les couches profondes de certains sites connus (notamment Nok, les plus anciens objets de fer du Nachikoufien, les mines de fer et scories du Tchad, le quartier non musulman de Koumbi-Saleh) ainsi que tous les *objets en obsidienne*.

S'agissant de reconstituer correctement le passé de l'Afrique intertropicale, l'archéologie et les datations sont prioritaires.

Les méthodes traditionnelles de l'archéologie, la statigraphie verticale, la statigraphie horizontale ou topochronologie, la statigraphie latérale, le

principe des assemblages culturels, avaient déjà permis de restituer, de façon relative, des successions de diverses cultures, bien que les lacunes, les solutions de continuité, les récurrences aient constitué autant de facteurs d'incertitudes et d'erreurs. Comment déjouer aussi les pièges que représentent les remaniements par la nature et par les hommes, la réutilisation et la retransmission des objets, le déplacement des assemblages ? Certains événements tels que tremblements de terre, éruptions volcaniques dont les dates ont pu être établies, donnaient seulement quelques repères. Grâce à l'informatique, la typologie statistique est actuellement en plein développement. La typologie analytique a permis de voir que certains objets dérivait clairement de l'évolution d'un autre. Par exemple, au Nigéria, B. FAGG signale une houe en fer qui a encore la forme globuleuse de la pierre. De cette notion, on passe à celle d'âges technologiques. Les monnaies ne sont utiles que pour la période historique et dans la mesure où il s'agit d'une émission symbolique, de courte durée. Les groupes d'objets divers associés dans des tombes inviolées, des lieux d'offrandes rituelles ou des épaves sous-marines permettent de conclure que ces objets ont été en usage ensemble pendant un certain temps (il ne faut jamais les disperser). Si on trouve des associations analogues, des phases synchroniques peuvent être déterminées, puis ordonnées, autorisant une périodisation. Cependant, des décalages chronologiques ont pu se produire. Mais on a eu tendance à exagérer la part du diffusionnisme et à sous-estimer celle des inventions indépendantes, des convergences.

"A partir des années 1950, l'entrée en scène de quelques dates par la méthode du radiocarbone, commença à secouer le cocotier chronologique, notamment en ce qui concernait les civilisations néolithiques..." Ainsi s'expriment R.P. GIOT et L. LANGOUET dans leur ouvrage intitulé *La datation du passé, la mesure du temps en archéologie* (GMPCA, Univ. de Rennes, Revue d'archéométrie, 1984). Les mêmes auteurs observent que sa notoriété a fait que la datation par le dosage du Carbone 14 a été davantage l'objet de critiques que toutes les autres méthodes réunies. Aux débuts, un rejet de principe se manifesta de la part des archéologues qui trouvaient les résultats archéologiquement ou historiquement inacceptables. Des réserves d'un autre genre émanaient de chercheurs qui demandaient trop de précision alors que la méthode ne peut donner que des ordres de grandeur. Mais à partir de 1960, notent R.P. GIOT et L. LANGOUET, "la question était entendue, sauf chez certains esprits particulièrement arriérés..." D'autant qu'entre temps, les dates brutes fournies par le radiocarbone avaient pu être calibrées par la dendrochronologie, principalement grâce au pin multi-millénaire américain, le *Pinus aristata*, en étudiant minutieusement le nombre et la largeur des cernes annuels.

Dans cet exposé, nous préciserons d'abord brièvement le principe et les applications des principales méthodes physico-chimiques de datation ; nous mentionnerons ensuite quelques exemples concrets qui permettront

de mesurer l'importance des progrès réalisés dans la connaissance du passé de l'Afrique depuis l'introduction de ces méthodes objectives de datation ; seront enfin évoquées, pour terminer, plusieurs questions diverses.

Tableau synoptique des méthodes de datation et de leur utilisation
(élaboré par Jean GRANAT et extrait de E. GENET-VARCIN,
Les Hommes Fossiles, Paris, Boubée, 1979, p. 300)

	10 455 1Ma	300 100	30 10 45 1ma	100000	10000	1000	100	10	Années		
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	TEMP S
	Coordonnées log du temps										
En bordure de certains glaciers	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Varves	
Série de bois de plus en plus anciens et contemporains	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Sequoia Dendrochronol Pinus aristata	
Pendant quelques temps	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Archép. magnétisme	
Terres cuites . Argiles	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Paléo. magnétisme	
Roches volcaniques .Sédiments fins (argiles, marnes)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Fluor	
Ossements dents	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									TL	
Poteries (quartz, feldspath)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Racémisation	
Acides aminés	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									¹⁴ C	
Corps avec CO ₂ et composés	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									²³⁸ U - ²³⁰ Th (10)	
Récifs coralliaires, coquillages	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									⁴⁰ K - ⁴⁰ A 1 ^e instal.	
Roches volcan. cristal. magmat (granit, basalte, incas)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									⁴⁰ K - ⁴⁰ A 2 ^e instal.	
Roches cristallines	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									⁸⁷ Rb - ⁸⁷ Sr ²³⁸ U ²³⁵ U	
Roches cristallines	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									Traces de fission ²³² Th	

Parmi les différentes méthodes répertoriées, nous retiendrons principalement celles qui concernent les poteries et terres cuites, les dents, les ossements, les acides aminés, les échantillons d'origine organique (avec CO₂ et composés) et l'obsidienne.

L'ARCHEOMAGNETISME OU MAGNETISME REMANENT

Toute substance placée dans un champ magnétique s'aimante. Ce magnétisme subsiste après la disparition du champ inducteur, d'où son nom de magnétisme rémanent, c'est-à-dire persistant.

Les argiles contiennent des grains très fins de minéraux ferromagnétiques, de sorte que, après cuisson, elles acquièrent un type spécifique de rémanence qu'on appelle aimantation thermique ou aimantation thermorémanente, lorsqu'elles se refroidissent dans un champ magnétique qui est celui du moment. Un réchauffement à une température égale ou supérieure à 670° fait disparaître totalement l'aimantation des terres cuites. C'est d'abord cette aimantation que l'on mesure en ayant

soin d'éliminer les aimantations parasites (produites par les orages, la foudre et toute autre source de réchauffement partiel postérieur à la date de cuisson). On compare ensuite les directions et intensités de l'aimantation de l'échantillon à dater, avec celles des vestiges déjà bien datés par ailleurs. La date est ainsi obtenue indirectement. Cette méthode ne peut donc être employée seule. De plus, elle exige que l'objet à dater n'ait pas été déplacé, ce qui limite son utilisation à des structures fixes, telles que fours, foyers, constructions en briques.

DATATION PAR THERMOLUMINESCENCE

Contrairement à ce que certains imaginent, cette méthode de datation n'est nullement en concurrence avec celle du Carbone 14, mais elle la complète. En effet, elle permet de dater divers vestiges dépourvus de matière organique, et par conséquent non datables par le radiocarbone. Comme l'avait noté C.A. DIOP dans son ouvrage *Physique nucléaire et chronologie absolue* (IFAN-NEA, Dakar-Abidjan, 1974, p. 90), l'avantage de cette méthode est de deux ordres :

(1) les échantillons de terre cuite sont plus fréquents et plus faciles à trouver que ceux d'origine organique ;

(2) il n'est pas nécessaire qu'ils soient trouvés en place, comme dans la méthode magnétique. R.P. GIOT et L. LANGOUET donnent une liste des objets et roches qui peuvent être datés par la thermoluminescence (op. cit., p. 143) : poteries et céramiques, briques, tuiles, clayonnages incendiés, fours, pierres de foyer, divers moules d'industries métallurgiques, des œuvres d'art en terre cuite, des coulées volcaniques. On peut y ajouter des silex brûlés, des grottes, certains dépôts de calcite.

Cette méthode de datation est fondée sur le fait que tout chauffage à température assez élevée (cuisson, feux, incendies, éruption volcanique) provoque une agitation interne dans le réseau atomique de la roche argileuse. C'est "le fait marquant" qui provoque la libération de l'énergie stockée. Cette libération se fait sous la forme de lumière émise par certains minéraux cristallins phosphorents qui se trouvent dans la roche argileuse. Le terme exact serait donc "thermo-radiophosphorescence" (R.P. GIOT et L. LANGOUET). Un nouveau chauffage en laboratoire et un appareillage complexe permettent d'enregistrer l'intensité de l'énergie stockée depuis l'instant du dernier chauffage d'origine archéologique (le fait marquant). Le rapport qui existe entre la quantité de lumière émise et le temps écoulé, permet de déduire la date de la précédente cuisson, c'est-à-dire l'âge de l'objet. Mais il faut soustraire de la première valeur obtenue, l'influence de la radioactivité naturelle de l'échantillon (cf. la formule in J. GRANAT, op. cit., p. 306).

Il existe huit types de techniques différents pour la mise en œuvre de cette méthode qui est particulièrement délicate. Un échantillon minuscule, de l'ordre de 50 mg suffit - ce qui est un avantage supplémentaire -, mais il est indispensable d'étudier avec soin le milieu dans lequel l'échantillon a

été enfoui, de connaître avec exactitude l'emplacement où il se trouvait. Avec beaucoup de précautions et de rigueur, les dates sont obtenues avec une erreur de $\pm 10\%$. Les résultats sont parfois discutés, mais cette méthode est de plus en plus employée. Elle permet de remonter jusqu'à 200 000 ans ou même davantage, mais elle doit être combinée à d'autres méthodes de datation et il faut continuer à pratiquer des datations croisées avec les autres laboratoires.

LA RACÉMISATION DES ACIDES AMINÉS (ou datation par la mesure de la polarisation)

Cette méthode s'est développée depuis 1970. Les acides aminés se trouvent dans les protéines. Dans leur formule, selon que la position de NH_2 est à gauche ou à droite du radical, on distingue des acides aminés *lévogyres* (L) ou *dextrogyres* (D). Cette transformation s'appelle *racémisation* (mélange moléculaire de deux inverses optiques). Le degré de la racémisation dans un échantillon fossile est mesuré au moyen d'un polarimètre. Le rapport D/L croît avec l'âge qui peut ainsi être déterminé. Cependant, la vitesse de racémisation varie selon la substance. D'autre part, la racémisation se fait d'autant plus vite que la température est élevée. A 20°C , l'*isoleusine*, dans un os, a une demi-vie de 110 000 ans (racémisation lente). A la même température, l'*acide aspartique* a une demi-vie de 15 000 ans. La méthode expérimentale est très laborieuse et demande beaucoup de précautions. Il est difficile d'éviter de polluer les échantillons par des amino-acides plus modernes et il faut pouvoir évaluer la température moyenne du gisement qui a fourni l'échantillon. Les dates obtenues par cette méthode sont accueillies avec prudence (les écarts avec le Carbone 14 sont de l'ordre de 6 à 18%). Mais la datation par les acides aminés est précieuse pour évaluer l'âge des os d'hommes fossiles au delà des limites du radiocarbone, et il ne faut que 10 grammes pour l'os, 25 pour les sédiments géologiques. De nombreuses dates ont été publiées dont plusieurs sont en accord avec les connaissances acquises par ailleurs concernant le fossile daté (fossiles de N'Dutu, en Tanzanie, de Palestine et de Tautavel). On date préalablement les *couches sus-jacentes* et par le radiocarbone et par la racémisation des acides aminés. Les dates obtenues doivent être semblables. R.P. GIOT et L. LANGOUET suggèrent d'évaluer le taux de racémisation de plusieurs amino-acides d'un même échantillon au lieu d'un seul, pour améliorer la fiabilité. Enfin, les résultats sont mis en parallèle avec ceux obtenus par l'Uranium-Thorium.

L'URANIUM-THORIUM (ou datations par les déséquilibres de chaînes radioactives)

L'Uranium 238 se transforme en Thorium 230 en passant par plusieurs éléments radioactifs intermédiaires formant une chaîne. Au cours des temps, des concentrations anormales de l'un ou l'autre des éléments

intermédiaires peuvent se produire à cause de divers processus géochimiques, créant ainsi des déséquilibres dans la chaîne de transformation. Lorsque les conditions du milieu clos sont reconstituées, la chaîne tend à reprendre son état d'équilibre. Si le temps écoulé est inférieur au temps nécessaire pour le rétablissement de l'état d'équilibre, la mesure de la quantité de Thorium 230 formé permettra de savoir à quel instant du retour à l'équilibre on se trouve et de donner l'âge de l'échantillon analysé, sachant que la période de retour à l'équilibre du Th230 est approximativement de 300 000 ans. La technique de mesure a été récemment perfectionnée. Cette méthode a servi à dater, entre autres, des coraux, des outils pris dans des concrétions marines, des ossements restés isolés du milieu environnant. Ce fut le cas du crâne d'*homo sapiens sapiens*, *Omo I*, trouvé *in situ* et daté de 130 000 ans. Cette méthode difficile demande beaucoup de précautions, car des contaminations parasites peuvent se produire, conduisant à des résultats erronés. Le nombre d'ossements datables par cette méthode est limité par le fait qu'ils doivent obligatoirement se trouver en milieu clos.

DATATION PAR LE CARBONE 14

Deux phénomènes principaux sont à la base de cette méthode qui est, de loin, la plus utilisée :

(1) Le Carbone 14 contenu dans l'atmosphère est absorbé par les organismes vivants.

(2) Après leur mort, la radioactivité du Carbone 14 qu'ils ont fixé de leur vivant, commence à décroître de façon régulière et mesurable.

La radioactivité du Carbone 14 diminue de moitié en 5730 ans ± 40 ans. On dit que sa période de demi-désintégration est de 5730 ans ± 40 ans.

La limite utile des mesures est habituellement de l'ordre de 40 000 ans mais atteint 60 000 ans si les installations sont très perfectionnées. Cependant, la concentration en Carbone 14 dans les organismes, durant leur vie, a varié avec l'intensité des rayons cosmiques. On observe donc des irrégularités par rapport à la chronologie absolue, surtout entre 2500 et 1500 avant J.C. D'où la nécessité d'utiliser la dendrochronologie pour corriger les écarts et calibrer les dates obtenues par le radiocarbone. Des tables de correction ont été établies, faciles à utiliser. Elles ont été contrôlées et affinées grâce au magnétisme thermorémanent et aux différences saisonnières dans les feuillets sédimentaires (varves) déposés dans les lacs périglaciaires.

Le résultat des mesures est aussi affecté par les fluctuations statistiques, comme dans toutes les mesures de radioactivité, car les impulsions (ou désintégrations) émises par l'échantillon sont distribuées au hasard du temps. Le résultat fourni est donc une moyenne assortie des écarts évalués par des calculs standardisés.

Conventionnellement, les dates sont d'abord données "Before Present", c'est-à-dire avant l'année 1950, prise au départ comme année de référence. Selon le nombre obtenu, ces dates sont donc soit "Before Christ" (avant J.C.), soit A.D., *anno domini*, c'est-à-dire des années du Seigneur, autrement dit, de notre ère.

Les publications britanniques notent en lettres minuscules les dates non corrigées (b.p., b.c., a.d.) et réservent les majuscules pour les dates corrigées. Mais les conventions internationales s'en tiennent aux majuscules pour les dates non corrigées. Il faut alors utiliser les tables de calibration ¹, et savoir que les dates brutes, dites "conventionnelles", sont basées sur l'ancienne estimation de la période de demi-désintégration de Carbone 14 (demi-vie) : 5568 ± 30 ans, au lieu de $5730 \text{ ans} \pm 40$ ans, de sorte que la date brute doit être multipliée par 1.03. Ces dates sont généralement publiées dans la revue *Radiocarbon*, éditée par *The American Journal of Science*, Yale University, New Haven, Connecticut, USA. Mais certains laboratoires négligent aujourd'hui d'envoyer leurs listes récentes, ce qui est regrettable. Les dates concernant l'Afrique sont souvent publiées par les inventeurs des échantillons et des chercheurs dans les diverses revues consacrées à l'Afrique. Par convention internationale, toute date radiocarbone brute est précédée du sigle servant à désigner le laboratoire qui a effectué la datation, et ce sigle est suivi du n° d'ordre, dans ce laboratoire, de la dite date, c'est-à-dire de l'échantillon ; par exemple Gif - 5469.

Chaque échantillon doit subir :

- 1°) un nettoyage mécanique et chimique,
- 2°) une transformation chimique en composé carboné solide, liquide ou gazeux, selon le type de compteur qui sera employé,
- 3°) le comptage des impulsions dues aux rayonnements bêta émis par l'échantillon transformé, pendant une certaine durée (deux ou trois semaines pour la méthode de comptage à l'état gazeux).

Le radiocarbone ne permet pas de dater des objets récents (n'ayant que 100 ou 150 ans), et la précision des dates varie pour différentes sortes de raisons, même si l'installation est performante, car d'autres facteurs d'incertitude interviennent, particulièrement les risques de contamination².

(1) Numéro spécial de la revue *Radiocarbon*, 1986, compte rendu de la XIIème Conférence internationale du radiocarbone tenue du 24 au 28 juin 1985, à Trondheim, Norvège.

(2) Pour des échantillons protohistoriques ou néolithiques, les effets de la contamination sont peu sensibles (2 à 3% de l'échantillon). Mais mélanges, pollutions, non homogénéité d'un échantillon peuvent avoir des effets sensibles ; par exemple, des grains de charbon de bois de l'âge du fer infiltrés dans des grains de charbon de bois néolithique, provoqueraient un rajeunissement de l'ordre de 100 ans. Pour les échantillons plus anciens, les effets de la contamination sont beaucoup plus graves : une incertitude de ± 3600 ans sur 20 000 ans, et 9200 ans sur 30 000.

Une date du Moyen Age, comme une date néolithique, peut être donnée à plus ou moins 100 ans près. Cependant, des améliorations de la précision ont été recherchées en allongeant le temps de comptage, en opérant sur un échantillon plus important, en utilisant la présence du Carbone 13 pour diminuer la marge d'erreur induite par des appauvrissements ou des enrichissements de Carbone 12 et de Carbone 14 qui se produisent spontanément au cours de certains processus naturels. Enfin, le perfectionnement récent des spectromètres de masse (appareils permettant de séparer les particules portant une charge électrique, d'après leur masse et leur charge) et l'adjonction à ces nouveaux spectromètres de masse, de petits accélérateurs en tandem, doit permettre de compter directement les atomes de radiocarbone, au lieu d'attendre qu'ils se manifestent en se désintégrant. Mais cette technique n'est encore qu'à ses débuts et servira surtout pour les échantillons plus vieux que 30 000 ans et pour ceux qui ne contiennent qu'une très faible quantité de carbone.

Il existe actuellement dans le monde une centaine de laboratoires C^{14} qui livrent aux archéologues des dates avec une approximation de l'ordre de 10%, ce qui représente un immense progrès pour situer dans le temps les différentes cultures depuis environ 40 000 ans.

R.P. GIOT et L. LANGOUET notent que, contrairement à ce qu'on dit, une seule date est déjà une indication, mais qui nécessite confirmation. Il faut un "ensemble de dates, des cohortes de dates se confirmant les unes les autres" pour bien localiser dans le temps et dans l'espace un type d'industrie, une civilisation. Pour eux, le problème est aujourd'hui moins lié à la qualité et à la précision des mesures qu'à la qualité des échantillons, à leur quantité et à leur lien réel avec ce qu'on cherche à dater. Certaines dates sont plus valables que d'autres (lieu, qualité de l'échantillon) et doivent, par conséquent, être davantage prises en considération.

Le classement simplifié des matériaux, selon un ordre décroissant de la qualité, pour la datation par le Carbone 14, est le suivant : charbons, bois, tourbes, cendres et terres charbonneuses, paléosols. En ce qui concerne les os, les dates obtenues à partir du collagène semblent plus sûres que celles qui sont données en utilisant les carbonates. On trouvera en annexe la liste des quantités nécessaires qu'il faut fournir pour chaque type d'échantillon. Leur conditionnement est d'une importance capitale. Ils doivent être secs, hors d'atteinte des fermentations et moisissures, de la poussière, de la sciure et autres produits d'emballage comme le coton hydrophile, à l'abri de toute imprégnation par des corps gras, des solvants ou des colles. Ils doivent être placés dans des boîtes ou sacs solides bien fermés et soigneusement étiquetés.

La datation par le Carbone 14 est devenue une routine. "Cela n'a plus de sens, maintenant, de faire dater un même échantillon par vingt laboratoires différents que de le faire dater vingt fois par le même laboratoire" (R.P. GIOT et L. LANGOUET, op. cit., p. 117). Les mêmes auteurs signalent qu'il existe des laboratoires de datation purement commerciaux (américains et japonais) qui "pourvu que le client paie, se

condamnent à dater n'importe quel échantillon". Il y a cinq ans, une datation seule coûtait entre 160 et 200 dollars. Le prix était réduit pour des séries. Les laboratoires publics ne retiennent que les demandes scientifiquement et techniquement valables, à tarif modéré ou à titre gratuit. Surchargés de demandes, ils ne peuvent livrer les résultats qu'au bout d'un an ou même davantage, tandis que les laboratoires commerciaux sont beaucoup plus rapides.

Pour la période comprise entre 1800 de notre ère et 40 000 BP., les spécialistes de l'archéométrie considèrent que le bilan du radiocarbone est "tout à fait sensationnel" (R.P. GIOT et L. LANGOUET, op. cit., p. 118) et qu'après plus de trente ans de perfectionnements et d'affinements, il reste la principale méthode scientifique de datation, celle sur laquelle, d'ailleurs, beaucoup d'autres méthodes reposent pour s'étalonner.

QUELQUES AUTRES METHODES DE DATATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

L'hydratation de l'obsidienne - Différentes civilisations ont utilisé l'obsidienne (verre assez foncé qui se forme lors des éruptions volcaniques) pour fabriquer des objets utilitaires (racloirs, couteaux...) ou décoratifs (pendentifs ou autres ornements, statuettes...) ainsi que des miroirs. En présence d'eau, la couche altérée par absorption superficielle augmente régulièrement avec le temps (8 à 14 microns²/1000 ans selon la sorte d'obsidienne). La mesure se fait au microscope à 0.01 micron près. La précision est similaire à celle du radiocarbone. La technique à mettre en œuvre est peu onéreuse et relativement simple. L'étalonnage se fait selon les dates connues, puis selon les zones thermiques de la Terre. Comme le même matériau se prête à la datation par les traces de fission, les deux techniques sont couplées pour certains sites (Amérique précolombienne, Mélanésie).

Datation par les traces de fission - Lors d'événements thermiques imposés par l'homme ou par la nature, se produisent, non seulement des transformations radioactives, mais aussi des fractionnements ou fissions de noyaux atomiques des éléments Uranium 238 et Uranium 235, provoquant des dégâts importants le long de trajectoires internes, dans le matériau. Il a été possible, par un procédé chimique, d'élargir le diamètre d'une trace jusque vers 0,5 micron. Les dégâts sont proportionnels à la quantité d'uranium induit par l'événement thermique et ils laissent des traces dont le nombre augmente avec le temps. Donc, si on détermine la quantité d'uranium induit et le nombre de traces par cm³, on peut calculer l'âge de l'objet. Cette méthode s'applique aux verres, pierres de foyers et coulées éruptives. Il faut une teneur minimale en uranium et il a fallu établir tout un système de correctifs en fonction des variations de température.

La résonance de spin électronique (appelée aussi résonance paramagnétique électronique) - Cette méthode de datation repose sur les propriétés magnétiques des électrons libres, non appariés. De tels

électrons peuvent être produits par une radiation reçue (le fait marquant). L'échantillon archéologique est placé dans un champ magnétique connu et irradié de micro-ondes électromagnétiques jusqu'à ce que les électrons libres orientent leur spin parallèlement au champ. L'absorption des micro-ondes est proportionnelle au nombre d'électrons paramagnétiques produits depuis le *fait marquant*, donc à l'âge de l'échantillon. L'application présente des difficultés. La méthode est prometteuse mais en est encore au stade exploratoire.

Le fluor - Il existe presque partout dans les eaux du sol. Son dosage dans les ossements ou les dents permet donc de savoir si ces pièces fossiles ont séjourné plus ou moins longtemps sous terre ou si des ossements différents, provenant d'un même gisement, sont contemporains ou non. Il s'agissait de datation relative. Mais on commence maintenant à étudier sa vitesse de diffusion à la suite de la mise à nu d'une surface lithique, comme pour l'hydratation de l'obsidienne. Il s'agit alors de datation absolue concernant des objets archéologiques taillés ou des blocs naturels (matériaux oxydés, cristallins ou non).

Parmi les perspectives d'avenir, R.P. GIOT et L. LANGOUET mentionnent l'utilisation des lasers infra-rouges pour activer sélectivement les vibrations des molécules contenant du Carbone 14, ce qui devrait simplifier le dosage du radiocarbone, l'espoir d'utiliser la diminution avec le temps de la teneur en Calcium 41 qui se trouve indirectement dans les os des vertébrés, la mise en service de machines programmées qui commencent à apparaître, pour la thermoluminescence, aux États-Unis et en Grande Bretagne, afin de réaliser diverses phases de mesure sans intervention humaine.

Les archéomètres souhaitent une collaboration plus fonctionnelle avec les archéologues : ils ont besoin d'échantillons valables, déjà bien datés archéologiquement lors de la fouille pour exploiter l'archéomagnétisme et la dendrochronologie qui nécessitent un étalonnage préalable. Mais on doit limiter les mesures aux cas où un apport est attendu, si la mesure et l'échantillon sont significatifs. L'archéologue doit connaître l'ensemble des techniques disponibles, les degrés de précision à en attendre, les spécialistes à contacter... L'archéologue et l'archéomètre ont intérêt à discuter ensemble l'interprétation des résultats, surtout lorsqu'il y a incompatibilité de dates. "Les compétences sont à associer et non à confronter". Il faudrait multiplier les laboratoires de service, c'est-à-dire de routine, à côté des laboratoires de recherche mettant au point les techniques (R.P. GIOT et L. LANGOUET). En outre, des datations d'un site, préalablement aux fouilles, seraient utiles, notamment par des carottages profonds et bien verticaux.

Un bilan complet de l'apport des datations physico-chimiques et objectives à la connaissance du passé africain ne peut-être exposé ici. Nous retiendrons seulement quelques exemples qui montrent à quel point on pouvait se tromper avant l'existence des techniques scientifiques de datation.

HAUTE PREHISTOIRE DE L'AFRIQUE

Dans les années 1950 on supposait qu'à chacune des grandes glaciations du Quaternaire en Europe correspondait un pluvial en Afrique et, qu'en conséquence, les périodes arides en Afrique devaient correspondre aux interglaciaires européens.

Les datations physico-chimiques ont permis de se rendre compte :

(1) que le premier et même le second pluvial africain (*Kaguérien* et *Kamasien*) sont beaucoup plus anciens que la glaciation de *Günz* ;

(2) que le *Kanjérien* ou *Kamasien II* remonte à plus d'un million d'années alors qu'on l'imaginait contemporain de la glaciation de *Mindel* aujourd'hui datée d'à peine 600 000 ans ;

(3) que ce sont plutôt les périodes arides, en Afrique, et non les périodes pluviales, qui correspondent aux périodes glaciaires européennes. Ce scénario semble beaucoup plus logique puisque l'eau atmosphérique est immobilisée par les terres froides sous forme de glace et que l'évaporation est moindre. À vrai dire, on aurait pu y penser plus tôt ;

(4) que les plus anciens *pithécanthropes*, appelés maintenant *Homo erectus*, se trouvent en Afrique. Il en est de même pour les industries de type "*chelléo-acheuléen*", et à plus forte raison pour les galets retouchés.

C'est le plus souvent *la méthode du potassium-argon* qui est utilisée pour les datations qui remontent aussi loin dans le temps. Elle n'a pas été décrite ici parce qu'elle ne permet de dater qu'un certain nombre de roches et qu'elle ne concerne que la Haute préhistoire.

PALEOLITHIQUE MOYEN ET SUPERIEUR

Le paléolithique moyen et les *Homo sapiens sapiens* sont aussi beaucoup plus anciens en Afrique orientale que nulle part ailleurs. En conséquence, les flèches qu'on n'hésitait pas à tracer de l'Asie vers l'Afrique, pour figurer le peuplement de l'Afrique, doivent être inversées. C'est d'ailleurs ce qui ressort de la récente communication, à l'Académie des sciences des États-Unis, du Professeur L.L. CAVALLI-SFORZA (Department of Genetics, Stanford University) et de ses collaborateurs italiens sous le titre *Reconstruction of human evolution : bringing together genetic, archaeological, and linguistic data* (vol. 85, pp. 6002-6006, August 1988, Evolution).

Depuis la remarquable découverte du préhistorien belge F. VAN NOTEN à la grotte de Matupi (N-E du Zaïre), on sait que les microlithes géométriques, c'est-à-dire le paléolithique supérieur, sont présents en Afrique orientale antérieurement à toute autre région.

NEOLITHIQUE

Les travaux de F. WENDORF et R. SCHILD ont montré que vers 14000/12000 ans avant J.C., une pré-agriculture, ou même peut-être un début d'agriculture, existait dans la vallée du Nil, en Haute-Egypte

(*Science*, n°4413, pp. 1341-1347, 1979). Vers moins 8000, en Zambie, des outils polis commencent à apparaître (F. VAN NOTEN, *Histoire générale de l'Afrique*, tome 2, UNESCO, p. 676). La céramique est attestée vers 7500 BC au Sahara (J.P. ROSET, ORSTOM, et A. W. FAIRHALL, Université de Washington). Le néolithique est donc très précoce en Afrique.

AGE DU FER

Voici les dates les plus anciennes obtenues :

- D. GREBENART considère que la métallurgie du fer était associée à celle du cuivre autour d'Agadès, cette dernière débutant à la fin du 3ème millénaire et bien développée entre 1730 et 1400 av. J.C. (*Les métallurgies du cuivre et du fer autour d'Agadès...*, in ECHARD éd., 1983).

D'après C.A. DIOP, *Notes africaines*, 1976, Dakar, IFAN, n° 152, pp. 93-95. Le même échantillon (charbons trouvés en place par G. THILMANS, à N'Dalane, au Sénégal) a été daté indépendamment, d'abord par C.A. DIOP, au laboratoire de l'Université de Dakar, ensuite par Mme DELIBRIAS à Gif-sur-Yvette en France, et a donné le même résultat :

. échantillon Dak 110 : résultat : 2861 ± 137 av. JC.

. échantillon Gif 2508 : résultat : 2820 ± 115 av. JC.

- M.C. VAN GRUNDERBEEK, E. ROCHE, H. DOUTRELEPONT (1983, *Métallurgie ancienne au Rwanda et au Burundi*, in *Journées de Paléoméallurgie*, Actes du colloque de Compiègne, 22-23 février 1983, pp. 407-423, et *l'Age du Fer ancien au Rwanda et au Burundi, Archéologie et environnement*) à Buhaya (lac Victoria), la plus ancienne date obtenue est 1470 av. JC. (*Journal des Africanistes*, 52, 1-2). M.C. VAN GRUNDERBEEK, E. ROCHE, H. DOUTRELEPONT estiment que : "Au vu de la grande ancienneté de certaines datations, les hypothèses émises quant à la diffusion de la technologie du fer en Afrique interlacustre méritent d'être reconsidérées".

- Dans la Nubie antique, le fer est également antérieur au fer hittite (cf. Musée de Khartoum et Th. OBENGA, auteur de l'ouvrage intitulé *L'Afrique dans l'Antiquité*, Paris, Présence Africaine, 1973).

- Rappelons que les âges les plus anciens obtenus pour les figurines de Nok, toujours contestés, n'ont jamais été réfutés avec des arguments convaincants. (cf. coupe du site et commentaire, C.A. DIOP, in *Notes africaines*, Dakar, IFAN, 1976, n° 152, p. 93-95). Ces dates étaient 3500, 2000, 900 av. JC.

L'ANTIQUITE

On sait que le prédynastique était à cheval sur la Nubie et l'Égypte et que la plus ancienne civilisation évoluée du monde s'élabora entre Qustul et Abydos. Grâce à l'archéologie et aux datations, on sait maintenant que

Djenné-Jeno, en Afrique occidentale, est aussi ancienne que les premières agglomérations urbaines qui apparurent en Éthiopie : 3^{ème} siècle av. JC. (S.K. et R.J. MacINTOSH, Prehistoric investigations at Djenné, Mali, British Archaeol. Report, Int. ser. 89, 1980).

DU VII^{ème} AU XVI^{ème} SIECLE DE NOTRE ERE

Les mêmes auteurs, S.K. et R.J. MacINTOSH, ont montré que dès avant l'influence arabe, existait, dans la région de la boucle du Niger, tout un réseau d'échanges commerciaux qui s'amplifia et devint de plus en plus dense à partir des X^{ème}/XI^{ème} siècles, jusqu'au XVI^{ème}. Ce qui rend caduque l'idée tenace d'une économie de subsistance villageoise permanente dans cette région (durant la période considérée), sur laquelle venait se plaquer seulement le commerce à longue distance, au seul profit du prince. Cela prouve aussi que la population augmentait parallèlement.

Liées à la palynologie, aux données de l'histoire et de la tradition orale, les datations permettent d'établir une chronologie calendaire des principales fluctuations des lacs, et par conséquent, des variations climatiques de toute la région (avec les effets économiques et humains qui peuvent en résulter). C'est ce que montre la communication de J. MALEY et C. SEIGNOBOS consacrée aux variations du niveau du lac Tchad, pour la période du 13^{ème} au 19^{ème} siècle.

Malheureusement, contrairement à ce que des non-spécialistes imaginent, la palynologie n'est d'aucun secours pour déterminer le moment où l'agriculture a débuté en Afrique intertropicale car dans cette zone, les pollens des graminées cultivées et des graminées sauvages ne peuvent être distingués. Je remercie vivement M. J. MALEY de me l'avoir fait savoir et de m'avoir signalée diverses références très importantes¹.

Nous devons aussi avoir présent à l'esprit le fait que la forêt dense se reconstitue, après défrichement, en moins d'un siècle, avec toute l'apparence d'une forêt primaire. Tout ceci montre l'importance de la coordination entre chercheurs de disciplines différentes, et nous amène à évoquer quelques questions qui méritent qu'on s'y arrête.

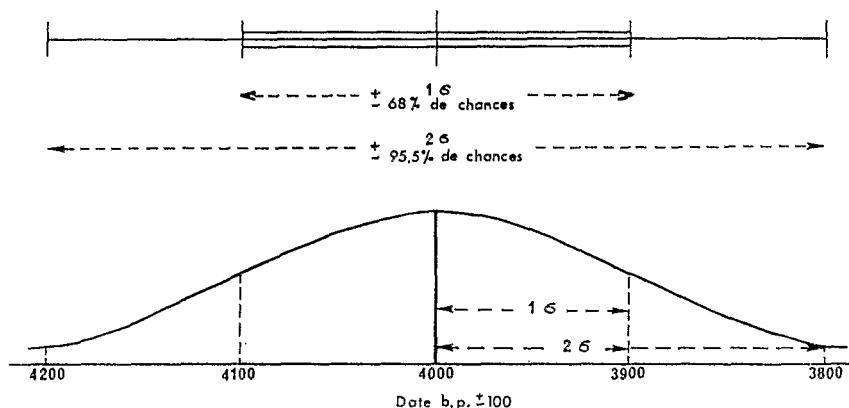
Dans leur article sur la recherche archéologique récente et les dates de l'Afrique de l'ouest (*Journal of African History*, 1986, pp. 413-442), S.K. et R.J. MacINTOSH soulèvent plusieurs problèmes.

En premier lieu, le manque de précision des dates fournies, essentiellement par le radiocarbone ; par exemple ± 120 ans (il arrive que la précision soit plus ou moins 25 ans, ou bien plus ou moins 250 ans). Il est évident que pour les dates historiques, une telle incertitude est extrêmement gênante. Mais pour la période comprise entre 40 000 et 3000 BC, l'ordre de grandeur est relativement satisfaisant et rend les

(1) Je remercie également Mme F. BACHET et M. H. DOUTRELEPONT pour la documentation étoffée qu'ils ont eu la grande amabilité de me faire parvenir.

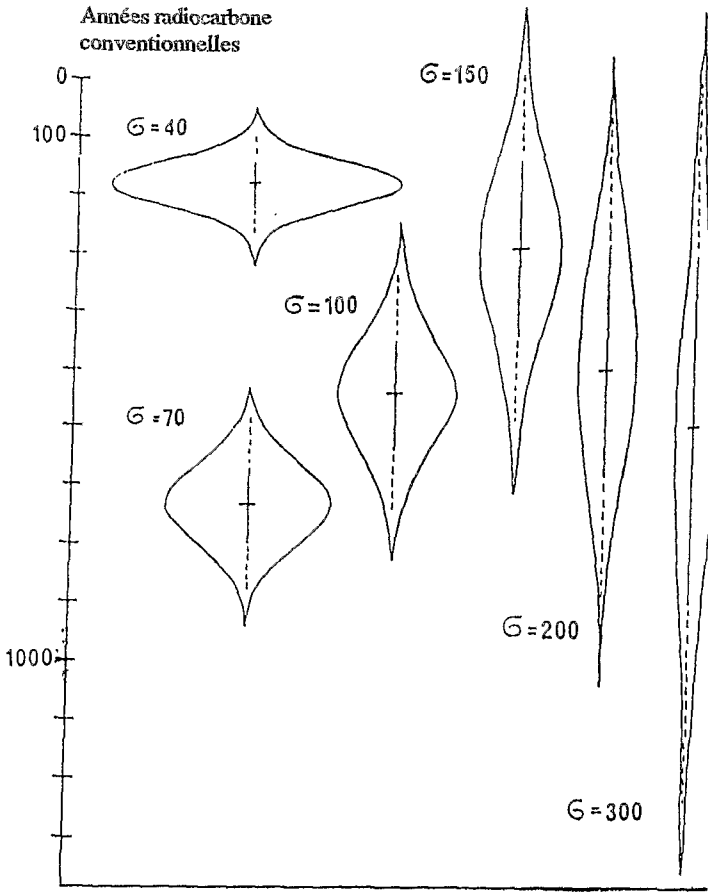
services les plus inestimables. Même pour les périodes historiques, s'agissant de l'archéologie, il est déjà très important de savoir si l'objet déterré est du début, du milieu ou de la fin du Moyen Age ou de l'Antiquité. D'ailleurs les mêmes auteurs signalent que les derniers perfectionnements apportés à la technique des mesures ramènent l'incertitude à ± 20 ans. Ils critiquent aussi le fait que l'intervalle de temps indiqué par les laboratoires ne représentent, en fait, que 68% de chances pour que l'âge exact se situe à l'intérieur de la fourchette donnée (par convention, l'écart standard, désigné par la lettre σ , est la racine carrée du nombre brut d'impulsions enregistrées pendant le comptage) ; en doublant cet écart, il y a alors 95,5% de chances pour que la date exacte se trouve à l'intérieur de la fourchette ainsi multipliée par deux : plus ou moins 200 ans au lieu de plus ou moins 100 ans, par exemple, comme le montre le croquis ci-après.

Extrait R.P. GIOT
et
L. LANGOUËT, p. 101



A cela les archéomètres répondent que des contrôles effectués par une autre méthode d'évaluation du temps, pour des mesures réalisées sur des matériels irréprochables, les écarts maximaux *moyens* sont de l'ordre de 10%. Le graphique suivant permet d'ailleurs de se rendre compte, de manière visuelle, de la répartition des probabilités et du degré de fiabilité des intervalles de confiance.

Extrait R.P. GIOT
et
L.LANGOUËT, p. 101



Une manière originale de visualiser les erreurs standard (sigma ou σ) : au centre de transfiguration la représentation usuelle : la valeur centrale est au petit trait horizontal $\pm 1\sigma$ est exprimé par la droite pleine (intervalle de confiance de 68%) $\pm 2\sigma$, par les lignes pointillées, au dessus et au dessous (intervalle de confiance de 95%). Les courbes sont des courbes "normales" (gaussiennes) bissymétriques enveloppent des aires égales de répartition des probabilités, jusqu'à $\pm 3\sigma$ (99,7%), (d'après R. WARNER, 1975)

En second lieu, le système de publication des résultats pourrait être révisé. En effet, S.K. et R.J. MacINTOSH notent que les archéologues et les chercheurs ont tendance à considérer les dates du radiocarbone comme équivalant à celles du calendrier, notamment pour l'âge du fer. D'où l'utilité qu'il y aurait de publier les dates corrigées en même temps que celles du radiocarbone. C'est maintenant possible puisque la nouvelle table de calibration établie par J. KLEIN *et al.* a été approuvée par tous les spécialistes, puis perfectionnée (cf. note 1). Cette question est importante. Les tables de correction révèlent des différences variables selon les périodes. La date réelle peut-être de plus de 400 ans plus ancienne que celle du radiocarbone.

date radiocarbone bp	date calibrée BP	ancienneté plus grande de	date du calendrier
2300	2341	41 ans	392 BC
3000	3241 à 3211	211 à 241 ans	1292 à 1262 BC
4000	4441	441 ans	2492 BC

On remarquera, à ce propos, que les dates de l'âge du fer trouvées en Afrique noire rendent obsolète l'hypothèse selon laquelle la technique de réduction du minerai de fer aurait pu avoir été transmise à l'Afrique occidentale à partir de l'Afrique du nord. Il est surprenant que l'on continue à faire état d'une telle hypothèse. C'est le lieu de constater deux autres tendances des chercheurs :

- tendance à accorder plus d'importance au nombre d'auteurs qui ont adopté une hypothèse qu'à l'analyse des arguments. C'est pourquoi ils ne virent pas, dans la polémique qui opposa H. LHOÏTE à R. MAUNY en 1952-1953, au sujet de l'origine du fer en Afrique occidentale (*Encyclopédie mensuelle d'Outre-Mer*), que c'est H. LHOÏTE qui avait raison (cf. L. M. DIOP, *Bull. IFAN*, série B, 1968, n° 1, Tome XXX).

- tendance à refuser le verdict des dates physico-chimiques qui bouleversent les théories antérieures qu'on leur a apprises, même si ces dernières sont surtout imaginaires. C'est aussi ce que constate D. CAHEN lorsqu'il écrit : "On s'aperçoit en définitive qu'une part importante des données que l'on croyait établies, découle de théories qui, à force d'être répétées, ont fini par acquérir droit de cité". (*African Economic History*, n° 7, 1979, p. 71)

Ceci nous amène à une troisième question, celle de l'attitude de l'archéologue devant une date discordante. C'est le préhistorien belge F. VAN NOTEN qui écrit dans *l'Histoire générale de l'Afrique* (UNESCO, tome 2, p. 676), à propos d'une industrie microlithique : "L'industrie d'*Ishango* a été datée de 21000 ± 500 bp, soit 19000 av. JC., ce qui avait paru trop vieux à l'époque de la publication de la monographie

du site. Mais, vu les dates obtenues à *Matupi*, ce résultat semble aujourd'hui beaucoup moins improbable". Voilà comment ont été écartées, jusqu'ici, des faits et des dates qui ne cadraient pas avec la vision qu'on a des choses. Pour le fer, on rejetait toute date antérieure à 500 ans BC.

Quand une date livrée par un laboratoire paraît aberrante, avant de porter un jugement, il convient de :

1°) chercher les causes possibles de contamination ou d'erreurs. BAYLE DES HERMENS avait ainsi trouvé l'élément perturbateur qui avait dû fausser une ou deux dates pour les mégalithes de Bouar : une termitière ;

2°) faire redater un morceau du même échantillon ;

3°) multiplier les échantillons et les datations pour le même niveau et pour les niveaux immédiatement supérieur et inférieur ;

4°) supposer et examiner un nouveau scénario dans lequel la date inattendue pourrait entrer. C'est bien ce qu'on a été obligé de faire, tant pour le peuplement des continents que pour la naissance de l'âge du fer en Afrique.

La densité des sites de fouilles est encore très faible en Afrique et plus faible encore à l'ouest et au centre qu'à l'est. Au fur et à mesure qu'ils se multiplient et que de nouvelles datations sont effectuées, on s'aperçoit que le néolithique et l'âge des métaux - période particulièrement importante du passé de l'Afrique noire - sont anciens. Par exemple B. PEYROT (Université de Libreville) et R. OSLISLY signalent toute une série de dates concernant l'âge des métaux au Gabon (*Nyame Akuma*, juin 1985, n° 26, p. 16). Les deux plus anciennes sont 5040 ± 150 bp. et 4870 ± 90 bp., c'est-à-dire de l'ordre de 3000 - 2800 bc. (?) . Au Ghana, S.K. et R. J. MacINTOSH mentionnent (site de *Kintampo*) des dates obtenues pour des graines et cosses de palmier à huile ; quatre se situent entre 1545 ± 100 bc. et 1750 ± 90 bc. ; la cinquième est 4150 ± 250 bc¹. En revanche, il apparaît que les dates fournies par le radiocarbone conduisent à rajeunir certains sites de l'Afrique orientale qui ne remonteraient pas au-delà de 2500-3000 bp. (Njoro River Cave, 3000, *Élementien*, 2595 bp., dates non corrigées selon Stanley H. AMBROSE dans son article *Excavations at Masai Gorge Rockshelter, Naivasha, Azania*, vol. 20, 1985, pp. 29 à 66, discussion, p. 58-59).

La tâche qui reste à accomplir pour pouvoir comparer de façon significative l'ancienneté relative des sites néolithiques et métallurgiques dans les différentes régions de l'Afrique est considérable. Le nombre de sites et de datations ne permet pas encore de présenter une carte

(1) Il serait intéressant de pouvoir dater les bananiers et de connaître les plus anciennes dates obtenues. Dans les sites déjà fouillés, comme ceux du Cameroun, auxquels M. A. MARLIAC avait consacré une remarquable exposition lors du colloque de 1988 (fer à 700 bc., couche plancher), il faudrait creuser plus profondément. (A. MARLIAC, *L'âge du fer au Cameroun septentrional*, 1988 a et b, ORSTOM).

chronologique. Cependant, il ne serait pas impossible qu'une zone allant de l'ensemble Basse-Nubie/Haute-Égypte jusqu'au massif de l'Air, à l'ouest, ait constitué le lieu où le néolithique s'est d'abord développé en Afrique, en progressant du Nil vers l'Ouest, entre le 13ème, et le 8ème millénaire. Il faudrait donc en rechercher les traces, à la suite des travaux de F. WENDORF et R. SCHILD, de J. P. ROSET et de A.W. FAIRHALL. Il faudrait vérifier à quel millénaire exactement débute le néolithique le long du parallèle qui va approximativement de *Kerma/Napata* à l'embouchure du Sénégal, par rapport à cette zone. Y a-t-il des sites antérieurs au 5ème millénaire ? Il ne faut pas oublier que vers 8000 bc. des outils polis apparaissent dans le nord de la Zambie (F. VAN NOTEN, *Histoire générale de l'Afrique*, UNESCO, vol. 2, p. 676). Plutôt que de débattre continuellement sur la définition du néolithique, il serait peut-être préférable de lui donner une certaine épaisseur en notant la date d'apparition de chacun des éléments qui le composent dans chaque région : céramique, pierre polie, domestication des animaux, agriculture (densité des graines, instruments aratoires et destinés à la moisson, ainsi qu'au broyage), vannerie, agglomération notable des habitations, et convenir que le néolithique *commence* quand l'un de ces éléments apparaît.

Quant à l'âge des métaux, essentiellement du fer, à l'intérieur même de l'État tchadien, il faudrait pouvoir dater la base des tas de scories de fusion du minerai de fer à Bahali (environ à 12 km au N.O. de Korotoro), et la butte de Toungour (35 km au N.O. de Korotoro). Le début du néolithique pourrait y être daté en même temps. Et au S.E. du lac Tchad, les mines de Télé Nugar, décrites par le général DERENDINGER (*Journal de la Société des Africanistes*, 1936, pp. 197-204) devraient également être datées.

En Zambie, il faudrait connaître l'âge exact de la couche du *Nachikoufien* où le fer apparaît, même s'il s'agit d'un objet importé. Pour le fer, et aussi pour le néolithique, les étages de Nok les plus profonds devraient pouvoir être redatés.

Il serait particulièrement utile de faire dater par la méthode de l'hydratation de l'obsidienne tous les objets en obsidienne que l'on trouve en Afrique. Ils sont très nombreux sur les plateaux de l'Afrique de l'est et cette technique est relativement simple et peu onéreuse.

L'un des thèmes qui ont été proposés pour le colloque de 1991 est "Peuplement préhistorique : le paléolithique à travers les vestiges lithiques". Mais la question de la persistance sur place des peuplements anciens et de l'échelonnement des arrivées de peuples en fuite, celle des accroissements et des diminutions de population d'une période à l'autre, sont capitales. Sur un même site de fouille, il convient donc d'associer au spécialiste du paléolithique ceux des époques ultérieures. C'est un fait d'évidence que la densité du peuplement est étroitement liée à la "culture matérielle" (proposition de Mme VON GRAFFENRIED) et aux variations de la culture matérielle, liée aussi aux transformations du "milieu végétal" et à

"l'histoire des groupes sociaux", autant de sujets qui reposent entièrement sur l'archéologie, la chronologie et les datations.

Sans la chronologie et les datations, les données de la linguistique, de la toponymie, de l'ethnonymie et de la tradition orale restent flottantes dans le temps et dans l'espace. D'autre part, la manière de concevoir le développement en Afrique noire serait moins erronée si l'on connaissait mieux le tissu économique et social qui s'était constitué avant l'introduction des armes à feu au XVIème siècle (ville/campagne, pasteurs/agriculteurs, relations inter-ethniques...).

Je crois devoir rappeler, par ailleurs, que le visage ethnographique qu'offre l'Afrique de nos jours n'est que le résultat d'une profonde régression engendrée par les effets destructeurs, directs et indirects, des attaques marocaines et portugaises, des diverses traites additionnées (ouest, nord, nord-est), pratiquées avec des armes à feu, par les ravages dus à la multiplication des conflits, notamment entre des chefs de guerre comme RABAH et les militaires européens. Au total, une guerre de Cent Ans qui a duré 200 ou 350 ans selon les lieux, avec les armes de la guerre de Trente Ans, puis celles de 1870 ! Après quoi a prévalu, pendant un bon quart de siècle, un système de colonisation très dur et répressif, à la suite de la conquête. Les travaux de P. KALCK sont très explicites à cet égard. Il ne s'agit donc pas d'un tribalisme perpétué depuis la préhistoire, mais d'une retribalisation. Nous ne voyons que les lambeaux résiduels, étiolés et déformés, des anciennes cultures africaines apparentées entre elles. En cette décennie du développement culturel, il importe d'être conscient du fait que la vraie culture africaine, c'est celle d'avant le XVIème siècle. Je proposerais donc, comme thème d'un prochain colloque : "*Culture matérielle et peuplement du Paléolithique au XVIème siècle*". Et cela, bien entendu, en s'étayant sur le plus grand nombre possible de fouilles archéologiques et de datations. Les dates fournies pour *Koumbi-Saleh* s'échelonnent entre 330 et 1500 de notre ère et correspondent bien aux dates supposées de naissance de l'empire de Ghana et de disparition de plusieurs de ses villes à la fin de l'époque songhaï. Mais seul le quartier musulman a été étudié. Il n'est pas exclu que des dates plus anciennes puissent être trouvées dans le quartier "traditionnel". Le financement, la coordination des fouilles et des datations sont, de toute évidence, l'essentiel.

BRÈVES INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Datations (ouvrages en français par ordre de parution)

- DIOP (C.A.), 1974 - *Physique nucléaire et chronologie absolue*, Dakar-Abidjan, IFAN-NEA.
- GRANAT (J.), 1979 - "Principales méthodes de datation absolue", *Les Hommes fossiles* (E. GENET-VARCIN éd.), Paris : Boubée.
- GIOT (R.P.) et LANGOUËT (L.), 1984 - "La datation du passé, La mesure du temps en archéologie", *Revue d'archéométrie*, Université de Rennes : GMPCA.
- ROTH (E.) et POTY (B.) (dir.), 1985 - *Méthodes de datation par les phénomènes nucléaires naturels - Applications*, Paris, New York, Barcelone, Milan, Mexico, Sao Paulo : MASSON.

2. Revues principalement consultées (hors la revue *Radiocarbon*)

Journal of African History
Journal des Africanistes
Bulletin de l'IFAN
Cahiers de l'ORSTOM
Revue canadienne des études africaines
Azania
Nyamé-Akuma
Muntu
Africa Zamani
Nature
La Recherche
Pour la Science
Science
l'Anthropologie

Signalons enfin un ouvrage collectif utile : *Histoire générale de l'Afrique*, Paris, UNESCO.

ANNEXE 1

Extrait de R.P. GIOT et L. LANGOUËT, op. cit., p. 113.

La quantité d'échantillon

Suivant la dimension et la précision des compteurs employés il faut de 1 à 6 g de carbone pur pour les remplir. En pratique, la teneur en carbone des échantillons est variable, et il faut tenir compte des pertes aux différents stades des opérations ; et de préférence il vaut mieux être en mesure de faire une double détermination. On donne en moyenne les besoins suivants : en poids secs¹

- charbon de bois : (1 g) 8 - 10 - 12 g
- bois : (3 g) 10 - 15 - 20 - 30 g
- tourbe : (3 g) 15 - 20 - 50 - 200 g
- matières organiques (papier, parchemin, tissu d'origine végétale, tissu d'origine animale, feuilles, coquilles d'œuf, pollens, graines, suie, os très brûlés) : 25 - 200 g
- les matières à dominante minérale doivent contenir au moins 1% de carbone pour donner des résultats valables.
- glace (des forages dans les calottes glacières) : 100 kg
- carbonates (coraux, dépôts) : 40 - 50 g
- coquilles de mollusques, par le carbonate : (5 g) 40 - 50 - 100 g
- coquilles, par la conchyoline : (200 g) 500 - 2500 g
- os, ivoire, par le collagène : (100 g) 200 - 500 - 1000 g
- fer coulé : (30 g) 100 - 150 g
- fer forgé : (500 g) 1000 - 2500 g
- acier : (150 g) 300 - 500 g
- dégraissant organique de certaines poteries : 2000 - 5000 g
- cendres terres charbonneuses, sols, paléosols, matière organique des sols : 50 - 300 g et plus selon le cas.
- sédiments, vases : selon la teneur.

(1) Les poids entre parenthèses donnent les minimums des minimums tolérés par certaines installations.

High-Precision Decadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 1950-2500 BC

TABLE 3-UU

RADIOCARBON AGE BP 3240	CALIBRATED AGE:	cal BC 1518	cal BP 3467
Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1597-1595(3546-3544)	1585-1572(3534-3521)	1530-1494(3479-3443)
• 40	1600-1566(3549-3515)	1535-1459(3484-3408)	
• 60	1604-1450(3553-3399)		
• 80	1679-1675(3628-3624)	1620-1435(3569-3384)	
• 100	1684-1673(3633-3622)	1657-1656(3606-3605)	1640-1430(3590-3380)
	1418-1416(3367-3365)		
• 120	1688-1670(3637-3619)	1660-1410(3510-3360)	
• 160	1727-1710(3676-3659)	1690-1390(3640-3340)	1330-1324(3279-3273)
• 200	1740-1320(3690-3270)		

RADIOCARBON AGE BP 3260	CALIBRATED AGE:	cal BC 1526	cal BP 3475
-------------------------	-----------------	-------------	-------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1601-1557(3550-3506)	1537-1501(3486-3450)	
• 40	1604-1495(3553-3444)		
• 60	1680-1675(3629-3624)	1621-1491(3570-3440)	1480-1460(3429-3409)
• 80	1684-1673(3633-3622)	1657-1656(3606-3605)	1638-1450(3587-3399)
• 100	1690-1440(3640-3390)		
• 120	1690-1430(3640-3380)	1418-1416(3367-3365)	
• 160	1740-1410(3690-3360)		
• 200	1768-1764(3717-3713)	1750-1370(3700-3320)	1335-1321(3284-3270)

RADIOCARBON AGE BP 3280	CALIBRATED AGES:	cal BC 1598, 1569, 1533	cal BP 3547, 3518, 3482
-------------------------	------------------	-------------------------	-------------------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1677-1676(3626-3625)	1617-1520(3566-3469)	
• 40	1681-1675(3630-3624)	1622-1503(3571-3452)	
• 60	1685-1672(3634-3621)	1657-1655(3606-3604)	1638-1495(3587-3444)
• 80	1688-1491(3637-3440)	1480-1460(3429-3409)	
• 100	1690-1450(3640-3400)		
• 120	1728-1710(3677-3659)	1690-1440(3640-3390)	
• 160	1740-1410(3690-3360)		
• 200	1864-1845(3813-3794)	1828-1824(3777-3773)	1812-1800(3761-3749)
	1780-1390(3730-3340)	1330-1324(3279-3273)	

RADIOCARBON AGE BP 3300	CALIBRATED AGE:	cal BC 1603	cal BP 3552
-------------------------	-----------------	-------------	-------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1681-1675(3630-3624)	1622-1584(3571-3533)	1573-1530(3522-3479)
• 40	1685-1673(3634-3622)	1657-1655(3606-3604)	1638-1524(3587-3473)
• 60	1688-1506(3637-3455)		
• 80	1691-1496(3640-3445)		
• 100	1727-1711(3676-3660)	1690-1490(3640-3440)	1479-1462(3428-3411)
• 120	1740-1450(3690-3400)		
• 160	1768-1764(3717-3713)	1750-1430(3700-3380)	1417-1416(3366-3365)
• 200	1879-1842(3828-3791)	1830-1410(3780-3360)	

TABLE 3-VV

RADIOCARBON AGE BP 3320	CALIBRATED AGES:	cal BC 1679, 1676, 1619	cal BP 3628, 3625, 3568
-------------------------	------------------	-------------------------	-------------------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1686-1672(3635-3621)	1658-1653(3607-3602)	1640-1600(3589-3544)
	1565-1535(3514-3484)		
• 40	1689-1585(3638-3534)	1572-1530(3521-3479)	
• 60	1691-1524(3640-3471)		
• 80	1728-1710(3677-3659)	1694-1506(3643-3455)	
• 100	1740-1500(3690-3450)		
• 120	1740-1490(3690-3440)	1479-1462(3428-3411)	
• 160	1864-1845(3813-3794)	1828-1824(3777-3773)	1812-1800(3761-3749)
	1780-1440(3730-3390)		
• 200	1880-1410(3830-3360)		

RADIOCARBON AGE BP 3340	CALIBRATED AGES:	cal BC 1684, 1673, 1637	cal BP 3633, 3622, 3586
-------------------------	------------------	-------------------------	-------------------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1689-1605(3638-3554)		
• 40	1692-1601(3641-3550)	1557-1538(3506-3487)	
• 60	1729-1709(3678-3658)	1694-1597(3643-3546)	1571-1531(3520-3480)
• 80	1737-1524(3686-3473)		
• 100	1740-1520(3690-3470)	1507-1506(3456-3455)	
• 120	1769-1763(3718-3712)	1750-1500(3700-3450)	
• 160	1879-1842(3828-3791)	1830-1450(3780-3400)	
• 200	1890-1430(3840-3380)	1417-1416(3366-3365)	

RADIOCARBON AGE BP 3360	CALIBRATED AGES:	cal BC 1688, 1671, 1660, 1651, 1642	cal BP 3637, 3620, 3609, 3600, 3591
-------------------------	------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1692-1623(3641-3572)		
• 40	1729-1705(3678-3658)	1694-1606(3643-3555)	
• 60	1737-1602(3686-3551)	1549-1544(3498-3493)	
• 80	1743-1598(3692-3547)	1571-1531(3520-3480)	
• 100	1769-1763(3718-3712)	1750-1520(3700-3470)	
• 120	1864-1845(3813-3794)	1828-1824(3777-3773)	1812-1800(3761-3749)
	1780-1520(3730-3470)		
• 160	1880-1490(3830-3440)	1479-1462(3428-3411)	
• 200	1920-1440(3870-3390)		

RADIOCARBON AGE BP 3380	CALIBRATED AGES:	cal BC 1691, 1668, 1664	cal BP 3640, 3617, 3613
-------------------------	------------------	-------------------------	-------------------------

Sample σ and cal BC(cal BP) ranges:			
• 20	1731-1705(3680-3654)	1695-1686(3644-3635)	1672-1639(3621-3588)
• 40	1738-1624(3687-3573)		
• 60	1744-1606(3693-3555)		
• 80	1807-1806(3756-3755)	1769-1763(3718-3712)	1751-1602(3700-3551)
	1548-1545(3497-3494)		
• 100	1865-1845(3814-3794)	1828-1823(3777-3772)	1812-1799(3761-3748)
	1780-1600(3730-3550)		
• 120	1879-1842(3828-3791)	1830-1520(3780-3470)	
• 160	1890-1500(3840-3450)		
• 200	2000-2002(3957-3951)	1920-1450(3870-3400)	

Extrait du numéro spécial de la revue Radiocarbon, 1986.

ANNEXE 2

ANNEXE 3

Extrait de E. ROTH et B. POTY, *op. cit.*, p. 454.

En surface, les foraminifères pélagiques enregistrent en plus des variations locales de température et des variations de salinités dues en particulier aux variations de débits des rivières.

Les mesures isotopiques de l'oxygène sur les foraminifères permettent donc de déterminer des périodes chaudes et des périodes froides, tandis que les mesures du C14 effectuées sur la fraction carbonatée du sédiment permettent de préciser l'âge de ces variations climatiques. La figure 11 montre les variations isotopiques de l'oxygène qui ont été datées dans une carotte prélevée au large du delta du Niger. Les variations observées pour les foraminifères benthiques retracent les changements survenus dans le climat depuis 25 000 ans (PASTOURET et al., 1978).

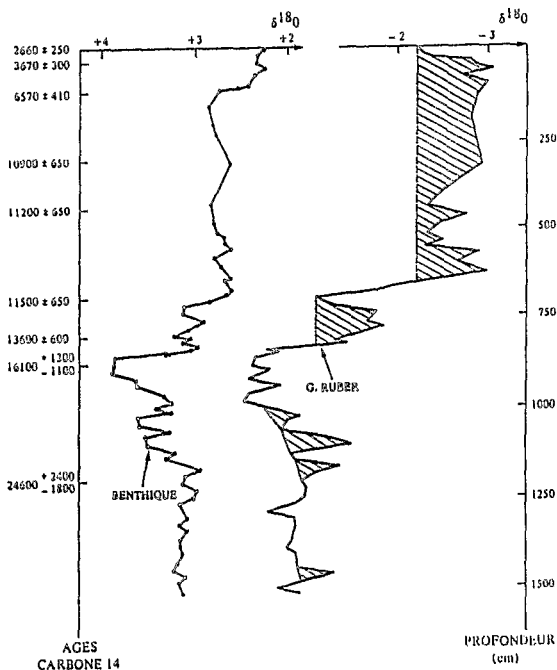


Fig. 11

Datation C14 de la carotte CH 22 KW 31 prélevée dans les sédiments au large du delta du Niger. Les courbes représentent les variations de la composition isotopique de l'oxygène mesurée dans les foraminifères benthiques (*Cibicides pseudoengermanus* et *Osangularia pacifica*) et dans les foraminifères pélagiques (*Glibigerinoides ruber*). La surface hachurée représente la décharge en eau douce du fleuve Niger.

ANNEXE 4

Extrait de E. ROTH et B. POTY, op. cit., p. 432.

Théoriquement 50% seulement du carbone en solution est d'origine atmosphérique et 50% est d'origine minérale, ce qui correspondrait à un âge apparent de 5 000 ans. En fait, les échanges isotopiques qui se produisent avec le CO₂ ambiant diminuent la proportion de carbone ancien. VOGEL (1970) a déterminé empiriquement que, dans la plupart des cas, on avait $15 \pm 5\%$ de carbone ancien et $85 \pm 5\%$ de carbone moderne : ceci conduit à un âge apparent de 1 300 ans environ pour l'eau des lacs et pour les organismes vivants. C'est le "hard effect" responsable du vieillissement systématique des datations en milieu lacustre calcaire.

Une mention particulière doit être faite ici du cas des paléolacs africains dont on a abondamment daté coquilles et sédiments fossiles. Ces sédiments comportent une fraction calcaire importante qui est constituée par les carbonates précipités à la suite d'évaporation pendant les périodes de régressions des lacs.

En l'absence démontrée de roches calcaires dans le bassin, on n'a théoriquement pas de vieillissement important à craindre pour ces formations. Cependant, les sédiments anciens provenant des phases lacustres antérieures constituent des masses calcaires importantes dans l'environnement immédiat du lac. Il n'est pas exclu que ce calcaire, repris et remis en solution, vienne contribuer à un certain vieillissement du carbone du lac : les corrections à apporter seraient alors au plus égales à celles données précédemment.

On a cependant pu vérifier, dans le bassin du Tchad, que si un tel effet existe, il est négligeable - au moins pour les régions étudiées - : des coquilles provenant de la partie supérieure de sédiments ont donné des âges modernes ou très récents, sans vieillissement apparent (DELIBRIAS et al., 1972), les résultats sont donnés dans le tableau III.

Tableau III
*Datation de coquilles lacustres provenant de la partie superficielle de sédiments
 dans la région du Tchad*

Localité	Nature	Age (ans) BP	N° échantillon
Amakha, Tchad 13°51'N, 15°28'E	Coquilles Mollusques	moderne	Gif-799
Nedeley, Tchad 13°31'N, 14°41'E	Coquilles PILA	140±90	Gif-1096
Kouka, Tchad 13°30'N, 15°30'E	Coquilles UNIOS	110±90	Gif-3682
Mataga Fo, Bol, Tchad	Coquilles Bellemya unicolor	moderne	Gif-1237

Mais de tels contrôles sur des organismes vivants ne sont pas toujours possibles. Ils peuvent être insuffisants, l'âge apparent ayant pu varier dans le temps. Toutes ces réserves conduisent à utiliser avec prudence le résultat des datations C14 sur des échantillons lacustres.

Le même problème se pose de façon encore plus aiguë dans le cas de la datation des eaux souterraines et surtout des concrétions calcaires pour lesquelles il est délicat de transcrire le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en terme d'âge (MOOK, 1976 ; FONTES et GARNIER, 1979).