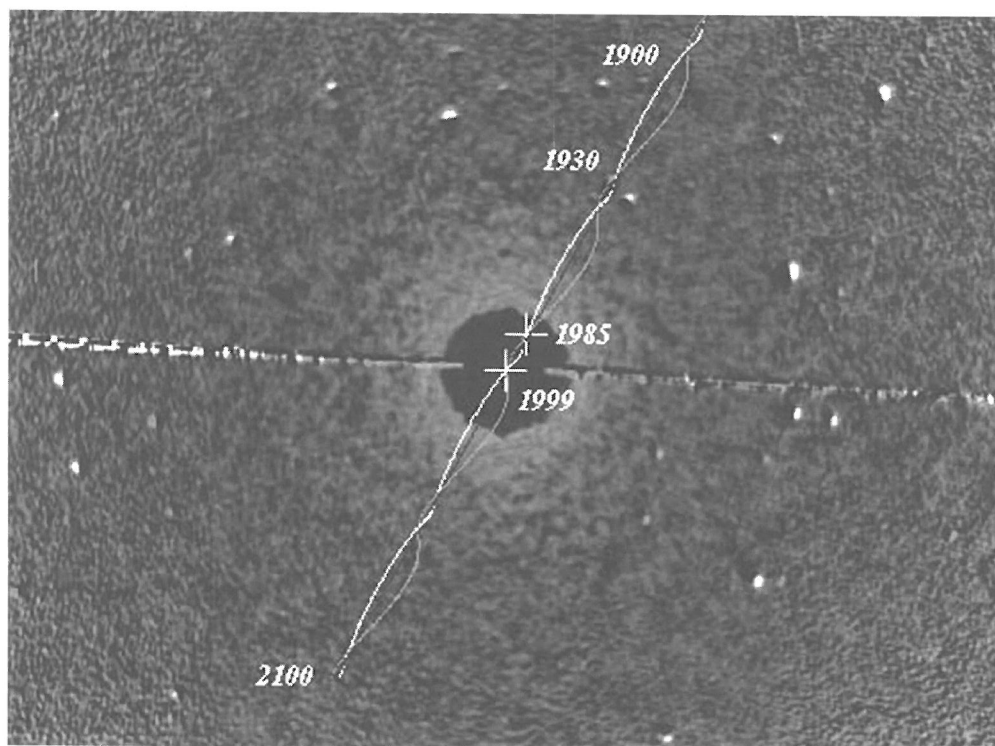




1. Trajectoire de Sirius

Photographie du champ d'étoiles autour de l'étoile Sirius, obtenue en 1999 à l'Observatoire du Pic du Midi grâce à un masque coronographique, dispositif particulier permettant d'occulter l'étoile brillante (le masque circulaire est visible au centre de l'image, le trait brillant horizontal correspond au support du masque). La trajectoire du couple d'étoiles, Sirius-A et son compagnon Sirius-B, est représentée pour des dates entre 1900 et 2100. C'est le mouvement sinueux de Sirius-A qui a permis de découvrir l'existence de son compagnon. (Document original de l'auteur en couleur)

☐ L'observation de l'étoile Sirius par les Dogon

Jean-Marc BONNET-BIDAUD

Résumé : La population des Dogon du Mali est célèbre dans le monde entier pour la splendeur de ses masques, la beauté de son architecture, la richesse de son patrimoine social et culturel. En Europe occidentale, et notamment en France, la délicatesse de leur civilisation nous est connue en grande partie par le travail de deux ethnologues français, **Marcel Griaule** et **Germaine Dieterlen**. Il est moins commun dans le cas de l'Afrique de parler de science. Moins connu est donc peut-être l'article publié en 1950 par ces deux chercheurs où est relatée la connaissance de l'étoile Sirius par les Dogon. Cette publication a fait l'objet d'une vaste polémique car elle contient une énigme scientifique. Le présent article rapporte les résultats d'une expédition « ethno-astronomique », réalisée en 1998 dans la région de Sanga, en compagnie de Germaine Dieterlen. Les relevés réalisés en différents lieux ont pu démontrer l'existence de sites astronomiques, formés d'alignements, consacrés à l'observation de Sirius. L'existence de tels « observatoires » en Afrique restitue à ce continent sa place dans l'astronomie universelle et il est fortement suggéré un lien probable avec la science ancienne égyptienne, dans la droite ligne des travaux de **Cheikh Anta Diop**.

Abstract : *The observation of Sirius star by the Dogons.* — The Dogon population of Mali is famous all over the world for the magnificence of its masks, the beauty of its architecture, the richness of its social and cultural inheritance. In Western Europe and particularly in France, the refinement of its civilization is known to us mostly because of the work of two French ethnologists **Marcel Griaule** and **Germaine Dieterlen**. It is less usual when Africa is concerned to speak of science. Less known is thus, may be, the article published in 1950 by these two researchers in which the knowledge of Sirius by the Dogons is related. This publication has been subjected to a vast controversy because it contains a scientific enigma. The actual article reports the results of an « ethno-astronomical » expedition carried out in 1988 in the region of Sanga, in the presence of Germaine Dieterlen. The notes taken down in different places were able to demonstrate the existence of astronomical sites consisting in alignments dedicated to the observation of Sirius. The existing of such observatories in Africa restores this continent to its place in the universal astronomy and a probable link with the ancient Egyptian science is strongly suggested in the straight line of the works of **Cheikh Anta Diop**.

1. Introduction

Scientifiquement, l'Afrique est un désert. En consultant les meilleurs ouvrages d'histoire des sciences, nul part vous ne trouverez de références à un scientifique africain, à une découverte ou simplement à un fait de science africaine.

Ceci fait partie de l'aveuglement constant de l'Europe occidentale, avec ses satellites culturels du continent nord-américain, et de leur obstination à nier tout apport scientifique autre que celui issu de la culture classique grecque. Oubliant au passage des pans entiers de savoirs, celui de l'Asie, de l'Amérique latine ou se le réappropriant de façon éhontée (ainsi l'imprimerie inventée en Chine par **Bi Sheng** en 1050 réapparaît attribuée à **Gutenberg** au XVe siècle et c'est ainsi qu'on enseigne encore aujourd'hui l'histoire de cette découverte fondamentale), l'histoire scientifique du monde est ainsi réécrite au prix d'un mensonge culturel constant. Pour l'Afrique, le peu de textes ou de fragments archéologiques mis à jour a rendu encore plus facile cette falsification.

Seuls des travaux pluridisciplinaires d'avant-garde comme ceux de **Cheikh Anta Diop**¹ (analogue à l'énorme tâche réalisée par **Joseph Needham**² pour la Chine) ont contribué à tirer le continent africain de l'oubli scientifique.

Parmi toutes les sciences, l'astronomie est certainement à la fois la plus universelle et la plus ancienne. Dans un immense continent comme l'Afrique, il est totalement impensable que des hommes n'aient pas entretenu, ici comme ailleurs, un inventif dialogue avec le ciel. Et pourtant très peu de traces existent. Dans une terre où la tradition orale a souvent pris le pas sur les textes et les écrits, ce sont les mythes, les récits, voire les espaces, les pierres qui peuvent nous livrer les clefs de connaissances anciennes ou plus récentes qui forment la base de la science africaine.

A ce titre, l'existence d'un article consacré au mythe de l'étoile Sirius chez les Dogons a attiré notre attention. Cette communication³ publiée en 1950 par deux chercheurs français, **Marcel Griaule** et **Germaine Dieterlen**, dans le *Journal des Africanistes*, a déjà fait l'objet de nombreux travaux antérieurs souvent très discutables⁴. Au lieu de nous risquer à une périlleuse glose répétitive sur le contenu de cette publication, nous avons souhaité au contraire poursuivre l'enquête en associant pour la première fois les apports pluridisciplinaires de l'astronomie et de l'ethnologie. La présence de **Germaine Dieterlen** s'est révélée bien sûr indispensable à cette entreprise. C'est grâce à ce témoin essentiel, aujourd'hui disparu⁵, qu'a pu être réalisée en juillet 1998, une « expédition ethno-astronomique » associant le Centre National de Recherches Scientifiques (CNRS) et le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) et dont le but était d'évaluer la signification scientifique de certains sites consacrés à Sirius chez les Dogons.

¹ Cheikh Anta DIOP : *Civilisation ou Barbarie*, Présence Africaine, 1981.

² Joseph NEEDHAM : *Science and Civilisation in China*, Cambridge Univ. Press, 1954-1971.

³ Marcel GRIAULE et Germaine DIETERLEN : « Un système soudanais de Sirius », *Journal de la Société des Africanistes*, tome XXV, p. 273-294.

⁴ voir plus bas et note 14.

⁵ Germaine DIETERLEN-TEXIER DU CROS est décédée le 13 novembre 1999.

2. La connaissance ethnologique des Dogon

L'information la plus détaillée que nous avons aujourd'hui, en Europe occidentale, de la population aujourd'hui sédentaire des Dogon, occupant les falaises de Bandiagara, à l'extrême nord-est du Mali, nous vient de travaux ethnologiques menés à partir des années 1930. Leur « découverte » européenne est une conséquence de la mission Dakar-Djibouti, voyage d'exploration de l'Afrique d'Ouest en Est, organisé par l'ethnologue français **Marcel Griaule** et si bien relaté par **Michel Leiris**⁶. Le passage à Bandiagara allait déclencher chez **Griaule** une véritable passion pour cette population préservée, à l'écart de la boucle du Niger et des grandes routes de communication transafricaines, à laquelle il consacra la majeure partie de son activité jusqu'à sa mort en 1956. Entouré de plusieurs collaboratrices dont **Germaine Dieterlen** dès 1935, il recueillera sur place lors de multiples missions, les éléments détaillés des mythes et de la cosmogonie Dogon⁷, publié tout d'abord sous forme littéraire dans « Dieu d'eau »⁸ puis plus complètement dans « Masques Dogon » et enfin au travers du travail de synthèse poursuivie par **G. Dieterlen** avec « Le Renard Pâle »⁹.

Pour aussi imparfaite qu'ait été l'approche ethnologique de cette époque (la mission Dakar-Djibouti contribua sans aucun doute à remplir le tout nouveau musée de l'Homme de trésors qui devraient un jour retourner dans leurs berceaux africains), l'état d'esprit de ces chercheurs était, pour la première fois, débarrassé du pur point de vue colonialiste. Cette attitude nouvelle ne leur attira pas que de la bienveillance et, devant la richesse des savoirs Dogon que révélaient leurs études, ils furent souvent sévèrement attaqués sur la rigueur de leurs travaux. Leur intégrité fut même parfois mise en cause lorsqu'ils furent accusés par certains d'avoir inventé leurs sources¹⁰.

A notre connaissance, l'article sur Sirius qu'ils publièrent en 1950 ne fit pas l'objet de polémique lors de sa publication, la portée astronomique ayant sans doute été sous-estimée. Dans ce travail, **Griaule** et **Dieterlen** rapportent la position centrale de l'étoile Sirius dans la cosmogonie Dogon. De par son nom « sigui tolo », l'étoile du Sigui, Sirius apparaît tout d'abord en relation directe avec la cérémonie traditionnelle et fondatrice de la culture Dogon, le « sigui », fête rituelle célébrée tous les soixante ans pendant sept années consécutives à travers les différents villages de la falaise de Bandiagara. Parmi les autres termes relevés par **Griaule-Dieterlen** figurent aussi l'association de Sirius et du Soleil à la création du monde Dogon lorsque « *Les hommes qui avaient vu briller "sigi tolo" pendant toute la descente (et au moment de l'impact) assistèrent alors au premier lever du soleil qui sortit à l'est et dès ce moment éclaira l'univers....* »¹¹

Mais l'aspect le plus spectaculaire de l'article réside dans la référence à un (ou deux) compagnons de l'étoile. Le premier identifié sous le nom de « *po tolo* », l'étoile du *po* (la graine de fonio) étant en particulier désigné comme l'origine de toute la création, « l'axe du

⁶ Michel LEIRIS : *L'Afrique fantôme*, 1934, Gallimard, Collection Tel n°125, (édition 1981)

⁷ Marcel GRIAULE : *Masques Dogons*, Musée de l'Homme, 1938, Institut d'Ethnologie, 4^e édition 1994.

⁸ Marcel GRIAULE : *Dieu d'eau*, 1966, Livre de Poche n°4049, Fayard.

⁹ Marcel GRIAULE et Germaine DIETERLEN : *Le Renard Pâle*, (1965), 2^e édition 1991, tome 1, Institut d'Ethnologie, Paris (le deuxième tome était en voie d'achèvement lors de la disparition de G. Dieterlen en 1999).

¹⁰ Walter EA van BEEK, "Dogon Restudied", 1991, Current Anthropology, Vol 32, Number 2, April 1991 p. 139.

¹¹ Marcel GRIAULE et Germaine DIETERLEN : *Le Renard Pâle*, *ibid*, p. 443.

monde entier »¹². La trajectoire de l'étoile est également approximativement décrite comme une ellipse. Ainsi que nous le verrons cet astre existe vraiment, son existence a bien été démontrée par les astronomes mais il est totalement invisible à l'œil nu. Ceci constitue l'énigme astronomique des Dogons. Comment leur était-il possible d'imaginer un astre inaccessible à l'observation directe qu'ils pratiquaient ?

Griaule et **Dieterlen** n'étant pas spécialistes en astronomie, ils ne purent mesurer tout d'abord la portée de leur révélation. Selon le cinéaste et ethnologue, **Jean Rouch**, qui poursuivit avec **G. Dieterlen** le travail de **Griaule** en filmant notamment le dernier s'igui Dogon de 1965-1972, la redécouverte de l'énigme astronomique eut lieu à l'issue d'une conférence de présentation de ces films aux USA, à laquelle assistait une jeune étudiante en cinéma dont le père était astrophysicien ! L'astronome anglais **Mc Crea**¹³ y fait référence le premier dans un article sur les découvertes fortuites Elle donna alors lieu à une floraison de publications discutant d'explications possibles¹⁴. La plus fréquemment reprise est celle d'un contact culturel avec un missionnaire ayant ainsi transmis aux Dogon une information scientifique moderne. Bien que plausible, cette interprétation se heurte néanmoins à de nombreuses difficultés. Tout l'édifice cosmogonique Dogon semble en effet tourner autour de Sirius et de son compagnon. Si des missions ont bien atteint le pays Dogon, ce ne fut que tardivement à une date très proche des premières enquêtes de **Griaule**. Il semble improbable que toute la cosmogonie Dogon ait pu être modifiée en un temps si court pour le simple bénéfice d'y inclure des informations modernes. Comme nous le verrons, à l'époque de la découverte moderne du compagnon de Sirius, il était d'autre part très difficile pour un non-spécialiste, fut-il missionnaire, d'en apprécier toute la portée réelle. La confusion sur cette question fut certainement portée à son comble par la publication en 1976 d'un livre peu recommandable, quoique bien documenté, attribuant ces connaissances à un contact avec des ... extraterrestres.¹⁵

Pour apprécier le problème posé par la publication de **Griaule** et **Dieterlen** il est utile de revenir sur les connaissances astronomiques de Sirius.

3. La connaissance astronomique moderne de Sirius

L'étoile Sirius est l'étoile la plus brillante du ciel, au moins deux fois plus brillante que la deuxième étoile Canopus, et à ce titre ne pouvait passer inaperçue pour l'ensemble des hommes depuis la nuit des temps. Pourtant, à l'exception remarquable de l'Égypte ancienne, elle n'a pas une place centrale dans la plupart des cultures astronomiques. La Grèce antique la baptisait « *Seirios* » (Σειριος) (étincelante) et lui attribuait le même statut que les autres étoiles tandis qu'en Chine, nommée « *Tian Lang* » (狼天), le loup céleste, elle était souvent comparée par son éclat à Venus. Située, dans le prolongement d'un alignement remarquable de trois étoiles, le « baudrier » d'Orion, elle pourrait avoir également servi de repère en Amérique latine.

¹² Marcel GRIAULE et Germaine DIETERLEN : *Le Renard Pâle*, (1991), *op. cit.*, p 472, 474.

¹³ Mc CREA, 1972, *Quarterly Journal. Roy. Astron. Soc.* 13, p. 506.

¹⁴ voir notamment dans K. BRECHER, 1979, "Astronomy of the Ancients", Eds Brecher & Feirtag, MIT Press, p. 91-115 et HETHERINGTON, 1980, *QJRS* 21, p. 246.

¹⁵ R. TEMPLE, 1976, "The Sirius Mystery", Destiny Books, Rochester (Vermont USA), ed. 1987.

Son statut en Égypte ancienne a été largement documenté¹⁶. Désignée sous le nom de « *spdt* » ou « *sepdt* » (la pointue), l'étoile est traditionnellement associée au début de l'année égyptienne. Son lever héliaque, conjonction astronomique particulière sur laquelle nous reviendrons, coïncidait approximativement avec la crue bénéfique du Nil. Le faible nombre de documents réellement utilisables¹⁷ a nécessité de nombreuses « interpolations » pour établir que ce phénomène avait permis aux égyptiens, sans doute de la plus haute antiquité, à partir du XXe siècle avant le début de l'ère moderne, d'obtenir une valeur très précise de la durée de l'année en réglant ainsi leur calendrier sur la sphère des étoiles plutôt que sur le Soleil ou la Lune¹⁸.

La redécouverte de Sirius par la science moderne eut lieu très tardivement mais l'étoile est au centre de nombreuses découvertes fondamentales pour l'astrophysique moderne. On doit ainsi à **Edmund Halley** (le découvreur de la fameuse comète qui porte son nom) d'avoir réalisé en 1750 que l'étoile brillante n'était pas fixe mais mobile sur le ciel, en comparant la position de son époque avec celle approximative donnée par le grec d'Alexandrie, **Ptolémée**. Ce déplacement, qui est d'environ 1 degré (soit deux diamètres solaires) en 2700 ans, fut un argument supplémentaire contre le dogme aristotélicien des sphères célestes immuables, une chape idéologique qui bloqua tout progrès de l'astronomie européenne pendant des siècles. Contrairement à cette vision d'un Univers « fixe », l'ensemble des corps célestes est au contraire en mouvement et la proximité de Sirius du Soleil¹⁹ rend ce mouvement perceptible. Près d'un siècle plus tard, le mathématicien prussien **Friedrich Bessel** fit à son tour une découverte fondamentale en réalisant que le mouvement de Sirius n'était pas rectiligne mais sinueux. Par un savant calcul, il parvint à déterminer en 1844 que, selon les lois de la gravitation, ces écarts de Sirius ne pouvaient s'expliquer que par la présence d'un autre corps perturbateur en orbite autour de l'étoile dont la masse devait être au moins égale à celle du Soleil et qui devait tourner autour d'elle en 50 ans²⁰. Cette étoile-compagnon était pourtant invisible à l'époque, c'était un « soleil noir ». Dans une lettre à **Humbolt**, **Bessel** maintient néanmoins l'existence de cette étrange étoile, déclarant « *"J'adhère à la conviction que (les étoiles) Procyon et Sirius forment de vrais systèmes doubles consistant d'une étoile visible et d'une étoile invisible. Il n'y a aucune raison de penser que la luminosité soit une qualité essentielle des corps célestes. Et la visibilité d'innombrables étoiles n'est pas un argument contre l'invisibilité d'innombrables autres"* autrement dit l'absence d'évidence n'est pas l'évidence de l'absence.

Les premiers progrès des instruments astronomiques allaient lui donner raison. En 1862, l'opticien américain **Alvan Clark** qui venait de terminer la construction d'une lunette de 47 cm de diamètre, la plus grande pour l'époque, l'installa le 31 janvier dans la cour de sa maison près de Boston et décida de l'essayer sur Sirius. Il fut ainsi le premier à voir le compagnon de Sirius, une petite étoile environ dix mille fois plus faible que Sirius et

¹⁶ voir M. CLAGETT, 1995, dans "Ancient Egyptian Science" Vol II, , Am. Philosophical Society, Philadelphie.

¹⁷ voir CLAGETT, *ibid*.

¹⁸ cette année sidérale précise (d'environ 365,25 jours, très exactement 365,2563 jours) coexistait en Égypte avec un calendrier dit « vague » comportant 360 jours divisés en 12 mois de 30 jours (trois décans) et cinq jours francs dit « epagomènes ». L'écart, d'environ 0,25 jours par an entre les deux calendriers, entraînait un lent décalage du lever héliaque qui, dans le calendrier vague, se produisait chaque année 0,25 jours plus tard. L'écart accumulé atteignait ainsi un an entier au bout de 1461 ans (365,25/0,25), un très long cycle dite « période sothiaque » qui semble avoir été célébré par les Égyptiens au cours des millénaires couvrant leur histoire. La position de lever héliaque dans l'année vague permet par ailleurs une datation dans le cycle sothiaque, une méthode utilisée par les égyptologues pour situer certaines dynasties.

¹⁹ Parmi les étoiles les plus proches, Sirius est la 6^e étoile à une distance de 8,6 années-lumière (81 000 milliards de kilomètres).

²⁰ Friedrich BESSEL, 1844, Monthly Notices Roy. Astron. Soc. (MNRAS) 6, 136.

située à très faible distance d'elle. Son très faible éclat ne semblait pouvoir s'expliquer que par une température très basse mais les premières mesures réalisées en 1914 par Walter Adams²¹ allait prouver le contraire, indiquant une température très élevée de 8500 degrés²², supérieure à celle du Soleil. Par quel miracle, brillait-elle si peu ? La contradiction ne fut résolue que par l'astrophysicien **Arthur Eddington** qui arriva à la conclusion que ce faible éclat ne pouvait résulter que d'une taille de l'étoile bien inférieure à celle du Soleil. D'après ses calculs, le deuxième Sirius, nommé Sirius-B, devait plutôt avoir une taille similaire à celle d'une planète comme Neptune²³ ! La particularité de ces étoiles qu'**Eddington** baptisa « naines blanches » était alors leur extrême densité. Une étoile de la masse du Soleil dans le volume d'une planète devait être constituée d'une matière incroyablement dense où un cube d'un centimètre de côté a une masse d'une tonne, un litre de cette matière une masse proche de la Tour Eiffel !

L'existence et la structure de cette matière inconnue sur Terre n'ont pu être expliquées qu'en 1926 par la théorie de la Mécanique Quantique²⁴. Aujourd'hui, ces astres singuliers sont bien compris. Ce sont les restes d'étoiles qui, ayant terminé l'essentiel de leur vie lumineuse ont expulsé leurs couches extérieures et ont vu leur cœur s'effondrer. Ce cœur dense, constitué principalement de carbone et partiellement d'oxygène et d'azote, se refroidit désormais lentement et inéluctablement et nous apparaît comme une petite étoile très chaude, la naine blanche.

Le compagnon de Sirius est la première et la plus proche des quelques milliers de naines blanches découvertes à ce jour²⁵. L'étoile est invisible à l'œil nu, en premier lieu bien sûr car elle est noyée dans le halo de lumière diffusée par Sirius. Mais, même isolée dans le ciel, Sirius-B resterait inaccessible à l'observation car environ dix fois plus faible que la plus petite des étoiles visibles à l'œil nu, lors de nuits exceptionnellement noires²⁶. Après plus de deux révolutions depuis sa découverte, sa trajectoire est relativement bien connue, C'est une ellipse relativement aplatie (d'excentricité 0,59) que Sirius-B parcourt en 50 ans et 18 jours²⁷, de sorte que sa distance à Sirius-A varie selon les époques. Au plus près, elle est à une distance de Sirius-A équivalente à la distance Soleil-Saturne. C'est le cas en ce moment et de nouveau vers 2044. Au plus loin, elle s'éloigne à une distance équivalente à l'orbite de Neptune. Ce sera le cas vers 2024. A la distance de Sirius, cette distance correspond sur le ciel à un angle variant entre 3 et 12 secondes d'arc (l'équivalent d'une pièce de monnaie à 200 mètres de distance), alors que dans des conditions idéales, l'œil humain ne peut distinguer un angle inférieur à environ 90 secondes d'arc. Même si elles étaient de luminosités convenables, les deux étoiles ne seraient donc pas séparables à l'œil nu.

Il faut encore ajouter à propos de Sirius une interrogation importante sur la couleur de l'étoile basée sur l'*Almageste*, le catalogue de **Ptolémée** recomposé par les astronomes

²¹ Walter ADAMS, 1914, Pub. Astron. Soc. Pacific 26, 198.

²² la température réelle de l'étoile est maintenant mesurée plus précisément à 25 000 degrés.

²³ le rayon de l'étoile calculé par Eddington était de 16 000 kilomètres, il est aujourd'hui estimé à (5845 +/- 175) kilomètres. Le rayon de Neptune est de 24 700 km, celui du Soleil de 696 000 km.

²⁴ la première explication est due à Ralph FOWLER, 1926, "On dense stars", MNRAS, 87, 114

²⁵ on estime que près d'une étoile sur dix dans notre Galaxie s'est déjà transformée en naine blanche, leur nombre pourrait avoisiner dix milliards.

²⁶ dans l'échelle logarithmique des magnitudes (où un écart de 2,5 magnitude correspond à un flux dix fois plus faible), Sirius-A a une magnitude de -1,45, Sirius-B de 8,44, et la plus faible étoile visible à l'œil nu d'environ 6.

²⁷ BENEST & DUVENT, 1995, Astron. Astrophys. 299, 601, voir aussi GATEWOOD & GATEWOOD, 1978, Astrophys. Journ. 225, 191.

arabes où Sirius est classée comme une étoile rouge alors que l'étoile que nous observons est blanche-bleue²⁸. Des travaux plus récents ont montré qu'au moins un texte chinois indépendant, approximativement contemporain de Ptolémée, faisait également référence à un changement de couleur²⁹. Cette coïncidence nous a amené à considérer l'existence d'une perturbation notable de l'aspect de Sirius, il y a environ 2000 ans qui aurait pu être provoquée par une troisième étoile³⁰. L'existence d'une troisième étoile, deuxième compagnon de Sirius, avait été par ailleurs rapportée par plusieurs observateurs observant visuellement (et non photographiquement) au foyer de grandes lunettes astronomiques, au cours des années 1920 mais ne fut jamais confirmée ultérieurement. Nos travaux récents d'étude du champ d'étoiles autour de Sirius a apporté une première explication. Nous avons pu montrer que ces observations se référaient très probablement au passage de Sirius proche d'une étoile relativement brillante qui, compte tenu du mouvement de déplacement de Sirius apparaissait à cette époque en superposition dans le voisinage immédiat. Ce rapprochement s'est achevé vers 1945. La recherche du deuxième compagnon de Sirius est donc pour l'instant restée vaine. Les efforts entrepris pour tenter de photographier, grâce à des techniques nouvelles, un éventuel deuxième compagnon a abouti pour l'instant à la conclusion que, si ce compagnon existe, il ne peut être qu'une étoile de très petite masse³¹.

L'analogie entre certains aspects des récits Dogon et les découvertes scientifiques concernant Sirius n'a pas manqué d'être relevée. Parmi ceux-ci, l'existence même du compagnon, les caractéristiques de sa trajectoire, sa nature dense et son caractère de matière « essentielle » car la matière d'une naine blanche est effectivement le creuset où se sont fabriqués tous les éléments chimiques autre que l'hydrogène et l'hélium. L'existence d'un deuxième compagnon peut également sembler faire référence à la fugitive fausse détection de 1920. A l'évidence, ces résultats ne peuvent provenir d'une observation visuelle directe. Sont-elles importées ou le résultat d'intuitions ? Certains exemples célèbres, comme l'invention par le philosophe Kant du concept de galaxie alors même que l'on ignorait tout de leur existence, sont là pour nous montrer qu'entre science et intuition poétique les frontières peuvent être floues.

Soyons clair, Pour les Dogon, la transmission directe des informations, totale ou partielle, est plausible, même peut-être probable, mais il n'y a aujourd'hui aucun moyen de le prouver.

En revanche, ce qui est plus intéressant est l'intérêt éminent que les Dogon ont apporté à ces connaissances, traduisant ainsi leurs interrogations astronomiques fondamentales. Plus que de vouloir revendiquer l'origine des informations, il semble plus essentiel de comprendre comment elles sont venues s'associer aux conceptions très élaborées qu'entretiennent les Dogon avec l'étoile Sirius et qui, elles, ne peuvent être mises en doute. C'est à l'issue de longues conversations sur ce sujet avec Germaine Dieterlen que nous avons décidé d'entreprendre une enquête très concrète sur le terrain, destinée à préciser les connaissances astronomiques Dogon.

²⁸ voir par exemple Keneth BRECHER dans "Astronomy of the Ancients," Ed. K. Brecher, M. Feirtag (1979) The MIT Press.

²⁹ J.M. BONNET-BIDAUD et C. GRY, 1991, *Astron. Astrophys.* 252, 193, GRY & BONNET-BIDAUD, 1990, *Nature* 347, 625 ; BONNET-BIDAUD & GRY, 1992, *La Recherche* 23, 105.

³⁰ BONNET-BIDAUD, COLAS & LECACHEUX, 2000, *Astron. Astrophys.* 360, 691 et note 27.

³¹ BONNET-BIDAUD & PANTIN, 2002, en préparation.

4. Les observatoires de Sanga

4.1. Le site de « polio-kommo »

La mission conjointe CNRS-CEA, « Etude du système de pensée et des connaissances astronomiques des Dogons », a été conduite au Mali du 27 juillet au 8 août 1998 et associait les ethnologues **Germaine Dieterlen** (CNRS-Musée de l'Homme) et **Jean Rouch** (Musée de l'Homme), le réalisateur Jérôme Blumberg (CNRS Multimédia), les informateurs Dogon, **Dianguino Dolo**, **Anagali Dolo**, **Pangalé Dolo** et **Ibrahim Guindo** et **Jean-Marc Bonnet-Bidaud** (CEA Astrophysique).

Le premier site relevé a été celui dit de « polio-kommo » ou caverne du « traversement », situé à environ 4 km à l'Ouest du village de Sanga. Ce site est organisé autour d'une gigantesque table de pierre d'une longueur approximative de 13 mètres, surplombant un ensemble de rochers. Les premières photos prises par G. Dieterlen en 1950, montrent la table intacte alors qu'actuellement elle est brisée en deux avec des traces caractéristiques de foudre (figure X). Sous la table, approximativement au milieu, était ménagé, un trou où un homme pouvait se glisser, aujourd'hui comblé par l'effondrement. Ce site est considéré par les Dogon de Sanga comme le lieu symbolique où l'arche (ou le panier) transportant les premiers ancêtres s'est posée sur la Terre dans la genèse Dogon. À côté de la table, qui symbolise l'arche, sont disposés, au sud, quatre rochers figurant les quatre ancêtres à l'origine des quatre grandes familles Dogon, les Arou, Dyon, Ono et Donmo. Enfin, à l'est de la table, se trouvent deux rochers séparés d'environ 20 m et qui sont désignés comme le rocher du Soleil (coté Nord-Est) et de Sirius (coté Sud-Est)³², respectivement à 43 m et 29 m de la table (photo).

L'enquête ethnologique, recueillie auprès des premiers informateurs de **Griaule** et **Dieterlen**, montre l'importance de Sirius « *Après le Nommo, tous les êtres qui se trouvaient sur l'arche descendirent à leur tour sur la Terre. Lorsqu'elle fut vidée (de son contenu) Amma fit remonter au ciel la chaîne qui la maintenait puis il "referma" le ciel. Les hommes qui avaient vu briller "sigi tolo" pendant toute la descente (et au moment de l'impact) assistèrent alors au premier lever du soleil qui sortit à l'est et dès ce moment éclaira l'univers....* »³³ et l'association avec le Soleil « *...on dit "sigi tolo et le soleil sont descendus au milieu de la nuit, sigi tolo a montré le chemin, le soleil après s'est levé"*³⁴

Cette association Soleil-Sirius suggère très fortement le phénomène dit du lever « héliaque » (de helios=soleil, lever avec le Soleil). Ce terme désigne le moment où une étoile et le Soleil se lèvent ensemble (plus exactement avec une très légère différence) sur l'horizon Est, au lever du jour. Du fait du mouvement saisonnier du Soleil à travers les étoiles, cette pseudo-conjonction intervient une fois dans l'année à une date précise, dépendant du lieu et des coordonnées de l'étoile. À cette date, l'étoile est aperçue fugitivement juste avant le lever du Soleil, puis de jour en jour, le Soleil se déplaçant avec la saison, l'étoile est visible de plus en plus longtemps. Le moment exact du lever héliaque, est difficile à déterminer, il dépend de la luminosité de l'étoile, des positions relatives étoile-soleil et des conditions d'observations, un problème analogue à la première visibilité du croissant lunaire qui détermine en Islam la fin du jeûne du mois de Ramadan. L'observation est bien sûr plus aisée pour l'étoile la plus brillante du ciel et c'est pour cette raison que les anciens Égyptiens avaient choisi le lever héliaque de Sirius pour mesurer leur année. Le

³² à noter que dans la légende de la photographie du site dans *Le Renard Pâle* (p. 465), la direction des deux rochers a été inversée.

³³ Marcel GRIAULE et Germaine DIETERLEN : *Le Renard Pâle*, ibid, p. 443.

³⁴ *Le Renard Pâle*, ibid, p. 461.

retour de cette conjonction marque en effet très précisément l'écoulement d'une année entière.

L'ensemble du site a été relevé par arpentage et à l'aide d'un compas de poche (avec des précisions de l'ordre de 0,3 m sur les distances et de 1° sur les angles calculés). Sur le plan du site ont été en particulier mesurées les directions azimutales des deux rochers, à partir du point d'observation du trou d'homme, indiqué par les Dogon. Mesurées à partir de ce point, la pointe extrême Nord du rocher Soleil est situé à 74 degrés (azimut compté dans le sens direct à partir du Nord) et la pointe extrême sud de celui de Sirius à 110 degrés. Le déplacement du point d'observation du trou approximativement central aux extrémités de la table entraînerait une variation d'environ 6 degrés de ces directions. De la même façon, la variation d'une extrémité à l'autre des rochers Soleil et Sirius correspond à un écart d'environ 5 à 7 degrés.

Ces directions ont pu être comparées aisément aux directions Soleil-Sirius lors du lever héliaque à Sanga (voir annexe). La date du lever observable dépend de l'écart entre la hauteur sur l'horizon (élévation) de Sirius et du Soleil, imposé pour la visibilité. A Sanga (3°19' W / 14°32' N), il est situé entre le 12 juillet (Soleil et Sirius tous les deux à l'horizon) et le 1 août (écart de 18° en élévation entre Sirius et le Soleil). Cette dernière date correspondant à l'apparition de Sirius à l'horizon lorsque le Soleil est encore à 18° au dessous de l'horizon, définissant la limite de l'aube dite « astronomique ». Les angles azimutaux, calculés à la date du 1 août, sont de 71 et 107 degrés respectivement pour le Soleil et pour Sirius à l'horizon³⁵. L'observation au niveau de l'horizon étant pratiquement impossible, les directions ont été également évaluées pour une position où les deux astres ont une élévation de 5° et elles correspondent à 73 et 109 degrés pour Soleil et Sirius.

L'extrême bonne concordance entre ces positions et les directions des rochers démontre clairement que la disposition du terrain était *pratiquement* utilisée par les Dogon pour déterminer et observer le moment du lever héliaque de Sirius. La coïncidence devient plus claire lorsque l'on compare avec l'amplitude saisonnière de l'azimut du Soleil à son lever qui varie de 65° (au solstice d'hiver) à 114° (au solstice d'été). Curieusement néanmoins, le lever héliaque de Sirius à Sanga ne représente pas une époque particulière de l'année Dogon. En raison du climat de la région de Bandiagara, il est situé au milieu de la saison des pluies et est de ce fait difficile à observer. La date de notre mission avait été choisie pour coïncider avec le meilleur intervalle de visibilité. Malgré un ciel parfois nuageux, nous avons pu facilement vérifier visuellement et sur plusieurs nuits le phénomène, coïncidant avec l'alignement des rochers³⁶.

Il est très difficile de dire si le site a été aménagé ou simplement utilisé dans sa configuration particulière. La table, de par sa masse, n'a probablement pas pu être érigée à main d'homme mais les rochers auraient pu être déplacés. Il s'agit de façon évidente d'une ré-appropriation au moins partielle et d'une configuration du terrain pour « mémoriser » une date et une configuration astronomique. En ceci, le dispositif peut être considéré comme un véritable « observatoire », en tout point analogue, quoique moins monumental, au célèbre site de Stonehenge (Wiltshire), dans le Sud de l'Angleterre où les alignements permettent de déterminer la date du solstice d'été.

³⁵ ces angles sont respectivement de 67 et 107 degrés, à la date du lever simultanée, le 12 juillet.

³⁶ Le phénomène a été enregistré dans une séquence filmée qui, malgré ses imperfections dues aux conditions difficiles, illustre le déroulement du lever héliaque (« Sirius, l'étoile Dogon », film de J. Blumberg, 1999, CNRS Images-média-Femis CICT/IRD).

Les premiers informateurs de G. Dieterlen ayant disparus, il est très difficile d'obtenir des informations complémentaires sur le rôle de ce lieu qui aujourd'hui semble plus délaissé. Servait-il ou a-t-il servi à la détermination du début de la cérémonie du Sigui ? Était-il utile dans le compte des années qui sépare deux cérémonies ? Ou servait-il comme en Égypte ancienne à la détermination de la durée de l'année et du calendrier ? Nous sommes obligés de laisser ces questions aux ethnologues qui voudront bien poursuivre l'œuvre de G. Dieterlen. On sait aujourd'hui que les Dogons ont occupé la falaise depuis probablement le XIII^e siècle, il est possible que progressivement certaines pratiques aient été perdues ou aient évoluées.

Il est néanmoins certain que la préoccupation du lever héliaque traduit l'existence d'un savoir astronomique évolué qui, cette fois et de façon indiscutable, n'a aucun rapport avec une influence récente.

4.2. La caverne de « kukulu-kommo »

Un deuxième site a été étudié sur la base des notes manuscrites établies par **Marcel Griaule** qui en avait fait un relevé très précis dans les années cinquante. Il s'agit de la caverne de « kukulu-kommo », située à l'écart du village de Sanga, au cœur de la falaise. Selon la tradition Dogon, cette grotte est utilisée lors du « sigui » pour lancer un appel aux différents villages par un chant qui se répercute à travers la falaise³⁷.

Les dessins et relevés de **Griaule** nous ont servi de guide. Nous avons trouvé le site en tout point identique à sa description, à l'exception de l'évolution de la végétation (la présence de jeunes arbres) et des traces d'occupation de la grotte par les chèvres. L'élément essentiel est une grande table de pierre, à hauteur d'homme, de forme oblongue de 7 m de dimension. Sur ses notes, **Griaule** avait noté cette pierre 'V', « pierre de visée du lever héliaque », ce qui pouvait être seulement son interprétation. Mais, comme sur l'ensemble des éléments de la grotte, il a également pris la précaution de transcrire précisément les termes Dogon pour les décrire et il indique pour cette pierre « *sigi tolo mayle yennu dummo* » qu'il traduit par « rocher de visée du Soleil et de Sirius ». Sur son schéma figure également un point 'A', noté « emplacement de l'homme pour la visée ». La pierre en elle-même ne définit aucune direction privilégiée, mais nous avons mesuré l'azimut défini depuis le point A, fixé pour la visée au fond de la caverne, jusqu'au milieu de l'ouverture de la caverne auquel il fait face, entre deux rochers. Cet azimut, approximativement 110 degrés, est effectivement très proche de la direction de Sirius, à son lever héliaque (figure). Pourtant les conditions d'observation depuis ce point sont loin d'être idéales car la grotte s'ouvre sur un faible relief de l'autre côté d'un ruisseau. La direction correspondant au Soleil est en revanche obstruée par la présence d'un rocher.

Au nord de la table, se trouve également une construction en pierres de forme circulaire percée d'une fenêtre triangulaire, laissant penser à une « tour » d'observation que **Griaule** a désignée sous le nom de « maison de Dyongou Serou ». Nous n'avons pas pu caractériser l'orientation astronomique de cette tour. Les directions Soleil-Sirius au lever héliaque sont en particulier obstruées par des rochers depuis ce point.

³⁷ voir à ce sujet le film de J. ROUCH et Germaine DIETERLEN « Sigui synthèse », Jean ROUCH, 1981.

5. Conclusion

Bien au-delà de toutes nos attentes initiales, les relevés astronomiques simples qui ont pu être effectués dans des lieux désignés par les Dogon comme consacrés à Sirius ont apporté des résultats concrets, objectifs et précis qui permettent de tirer plusieurs conclusions.

Tout d'abord, ils viennent confirmer la qualité et la rigueur du travail des ethnologues M. Griaule et G. Dieterlen et le soin qu'ils ont apporté au recueil des informations. Dans la masse des renseignements recueillis, ces deux sites avaient été non seulement signalés mais très fidèlement et objectivement relevés par eux, dans un cas au moins. Aucune information n'avait été « interprétée » voire « inventée ». Puisque ces deux chercheurs d'exception sont aujourd'hui disparus, il convient ainsi de leur rendre hommage et faire taire des critiques injustes à leur égard.

Ces premiers relevés n'ont pas permis bien sûr d'apporter une réponse définitive sur l'origine des informations concernant le (ou les) compagnons. Du moins replacent-ils maintenant ces connaissances dans un univers Dogon où la préoccupation de Sirius était tout autant d'ordre scientifique que d'ordre symbolique. Les Dogons observaient bien Sirius et pour cela ils avaient construit un observatoire.

De façon plus fondamentale, en association avec les mythes poétiques et fondateurs révélés par l'ethnologie, ils mettent en lumière, que cette préoccupation astronomique n'est très probablement que l'extrémité émergée d'un savoir beaucoup plus complet dont la teneur exacte n'est malheureusement pas connue. La parenté évidente avec les préoccupations des anciens Égyptiens laisse ouverte la possibilité d'un lien direct entre les deux, hautement plausible en raison des migrations et des multiples voies de communication.

L'association Dogon-Égypte nous apparaît aujourd'hui intéressante en liaison avec le possible changement de couleur de Sirius vers le début de l'ère moderne. Ce changement brutal d'aspect peut facilement être interprété par un observateur comme le résultat d'une cause extérieure, par exemple l'existence d'une deuxième étoile perturbatrice mais invisible. Le phénomène a-t-il été observé par les Égyptiens, et cette explication aurait-elle été transmise aux Dogon et constituée la trame ayant donné naissance au mythe de « po tolo » ? Nous sommes là bien sûr dans d'hypothétiques spéculations dont il sera bien difficile d'apporter des preuves.

Avec l'existence de l'observatoire de Sanga, le désert scientifique africain, vient donc de voir fleurir une fleur parmi tant d'autres à découvrir. Il donne ainsi raison à Cheikh Anta Diop qui soulignait *« Combien est impropre, quant au fond, la notion, si souvent ressassée, d'importation d'idéologies étrangères en Afrique : elle découle d'une parfaite ignorance du passé africain. Autant la technologie et la science modernes viennent d'Europe, autant, dans l'antiquité, le savoir universel coulait de la vallée du Nil vers le reste du monde, et en particulier vers la Grèce, qui servira de maillon intermédiaire. Par conséquent, aucune pensée, aucune idéologie n'est, par essence, étrangère à l'Afrique, qui fut la terre de leur enfantement. »*³⁸

Existe-t-il d'autres sites similaires ? C'est sans doute principalement aux Africains qu'incombe cette recherche du passé scientifique de l'Afrique. Eux seuls aujourd'hui, bien mieux que les « ethnologues » d'hier, ont les moyens de rapprocher témoignages oraux, coutumes locales et sites particuliers qui pourraient révéler à l'humanité une face de son

³⁸ Cheikh Anta DIOP : *Civilisation ou Barbarie*, Présence Africaine, 1981, p. 12.

savoir encore ignorée. Faire parler les hommes, faire parler les pierres pour que les premières bases du savoir humain puissent enfin être reconstituées totalement.

Annexe 1. Le calcul du lever héliaque

La position d'un astre au moment du lever héliaque est calculée en coordonnées dites « azimutales » (h, A_z), où h , la hauteur, désigne l'angle de l'astre par rapport au plan horizontal et A_z , l'azimut, est l'angle de l'astre dans le plan horizontal, compté depuis le nord positivement vers l'Est.

L'azimut A_z au lever (par définition lorsque la hauteur $h=0$) ne dépend que de la latitude (l) du lieu et de la déclinaison (δ) de l'astre selon la formule :

$$A_z = \arccos \left[\frac{\sin(\delta)}{\cos(l)} \right] \quad [1]$$

Lorsque l'astre est à une hauteur h , l'azimut A_z devient :

$$A_z = \arccos \left[\frac{\sin(\delta) - \sin(l) \cdot \sin(h)}{\cos(l) \cdot \cos(h)} \right] \quad [2]$$

La déclinaison du Soleil varie au cours de l'année passant de $+23,4^\circ$ (au solstice d'été) à $-23,4^\circ$ (au solstice d'hiver) tandis que celle d'un astre fixe comme Sirius est constante ($\delta = -16,716^\circ$) (elle varie en fait très lentement d'année en année en raison de l'effet de précession de l'axe de la Terre).

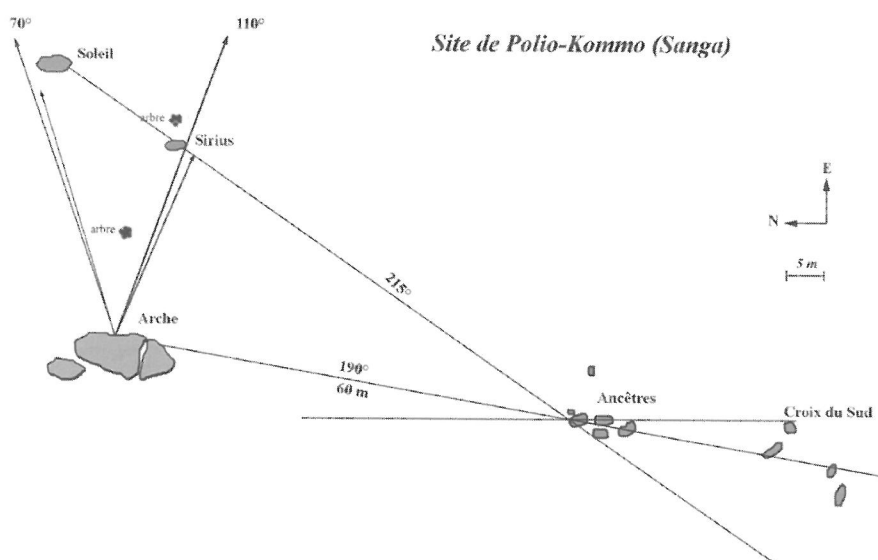
Dans un lieu de latitude donnée, un astre fixe se lève donc toujours dans la même direction. Sur le site de Sanga ($l = +14,533^\circ$), Sirius se lève ainsi à l'azimut $A_z = 107,3^\circ$ d'après l'équation [1].

Le Soleil, lui, décrit un arc sur l'horizon au cours de l'année, son azimut à son lever variant de $A_z = 65,7^\circ$ (au solstice d'été) à $A_z = 114,3^\circ$ (au solstice d'hiver) (on n'a pas tenu compte ici de l'effet de la réfraction atmosphérique ($0,57^\circ$) et du rayon apparent du Soleil ($0,27^\circ$)).

A la date du lever héliaque observable (1 Aout 1998), la déclinaison du Soleil fournie par les éphémérides est de $18,05^\circ$ et son azimut à Sanga est $A_z = 71,2^\circ$.

2-Le site de Polio-Kommo, proche du village de Sanga (Mali)

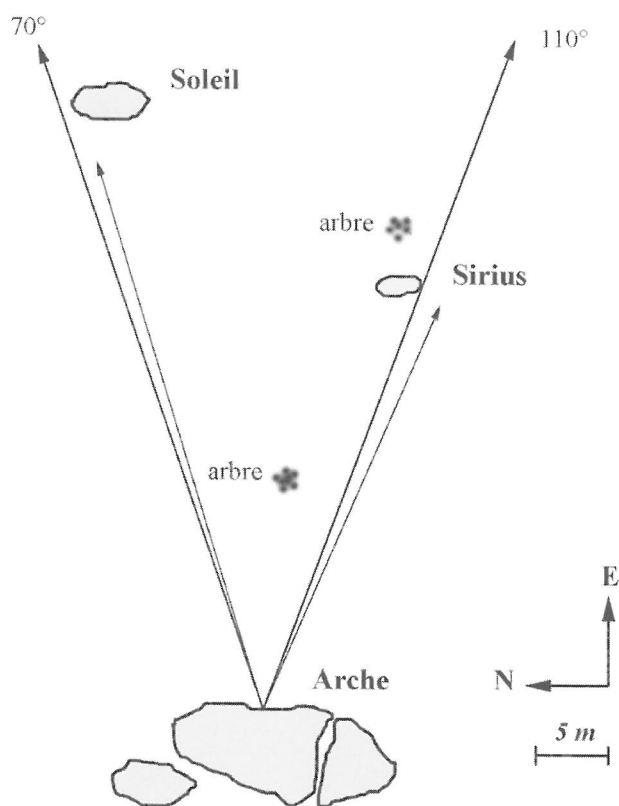
Relevé général du site montrant l'orientation et la disposition des différents rochers.
Selon le grand axe de la table rocheuse qui symbolise l'arche des premiers hommes, à environ 60 mètres, on trouve 4 amoncellements de rochers, symbolisant les 4 ancêtres des familles Dogon.
(document auteur)



3-L'observatoire du lever héliaque

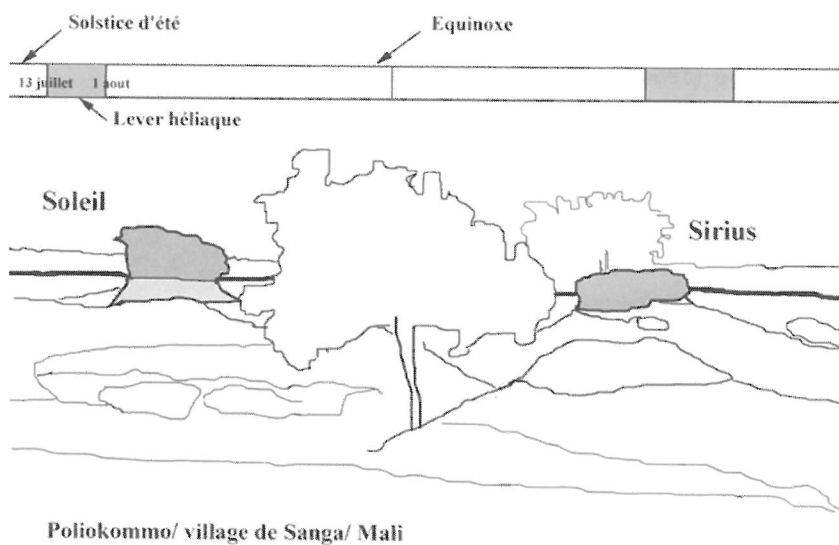
La grande arche de pierre a une hauteur de 6 à 8 m et une dimension d'environ 14 m de long, orientée approximativement nord-sud. Face à elle, vers l'Est, deux rochers symbolisant le Soleil (à gauche) et Sirius (à droite), situés à environ 35 et 25 mètres. Le point d'observation depuis la table est marqué par un « trou d'homme », ouverture traversant le rocher (le bloc de rocher supérieur a été depuis quelques années fracturé par la foudre, bouleversant la disposition bien visible sur les photos antérieures). Vu depuis ce point, la direction géographique des extrémités des rochers coïncide assez exactement avec la direction du Soleil (70°) et de Sirius (110°) à l'époque de l'année de leurs levers presque simultanés (lever héliaque).
(documents auteur)

3a : schéma N&B (vue de dessus)



Site de Polio-Kommo (Sanga)

3b : schéma N&B (vue horizontale)



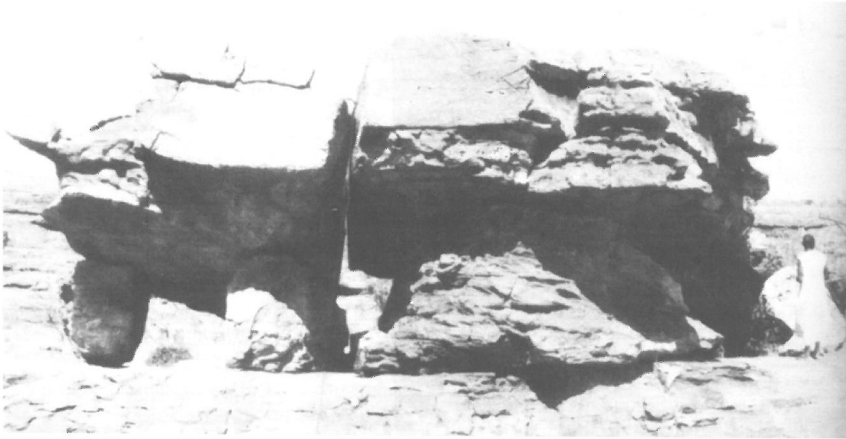
3c : photographie I-5



4-La grande arche

Photographie de l'arche (face Est) en 1954 et 1998, montrant le basculement de la table de pierre sous l'effet de la foudre.
(document G. Dieterlen « Le renard pâle » et auteur)

4a : photographie (1954)

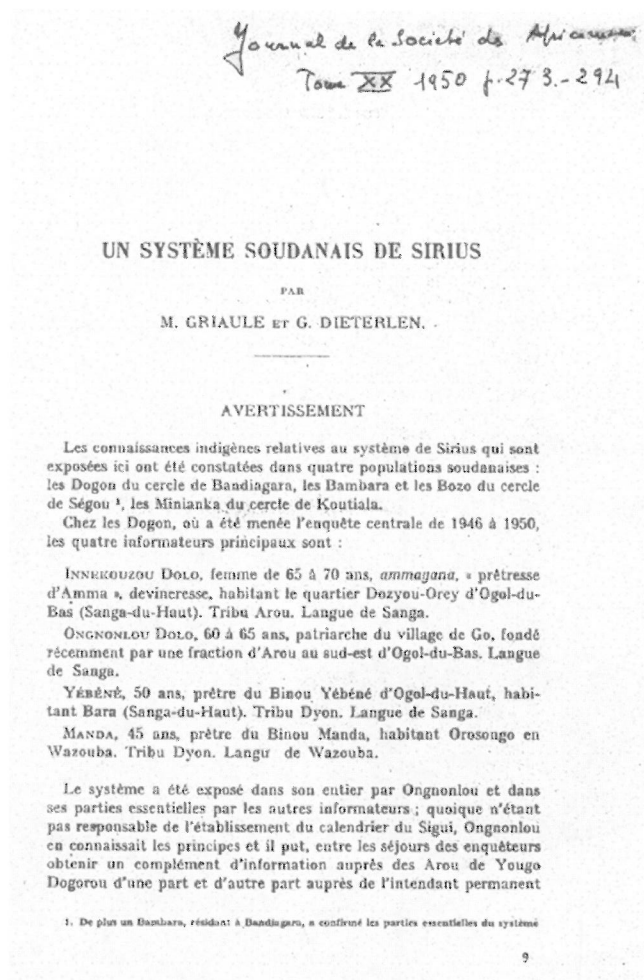


4b : photographie (1998)

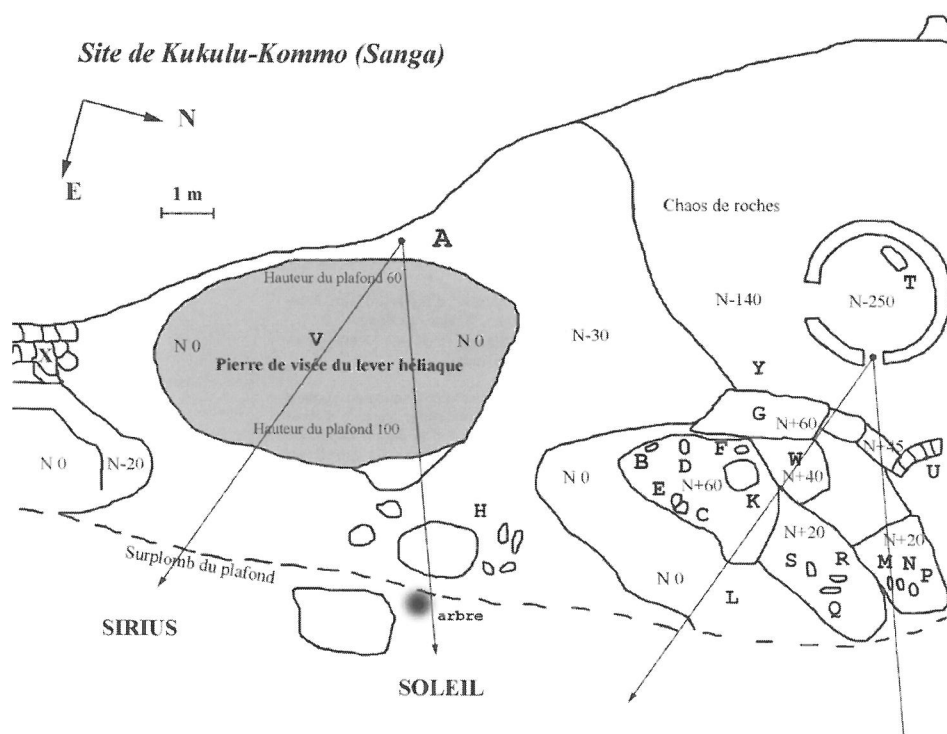


5- Germaine Dieterlen

Germaine Dieterlen en discussion avec un de ses informateurs Dogon, **Diamguno Dolo**, lors de la mission de juillet 1998, à Sanga. Ce voyage a constitué son ultime mission ethnologique. Après plus de soixante ans d'études de la culture Dogon, l'ethnologue a disparue en novembre 1999 (document auteur).



La disposition de la caverne de Kukul-Kommo tel que relevée très précisément par **Marcel Griaule** en 1954 (copie du document original **G. Dieterlen**). La grande dalle est désignée comme « Pierre de visée du lever héliaque » et le point A est marqué « Emplacement de l'homme pour la visée » dans les notes de **Griaule** qui accompagnent le relevé. Le grand axe de la dalle et l'ouverture de la caverne correspondent à la direction de Sirius à son lever héliaque.
6 : schéma N&B (document auteur)



□ L'auteur

Jean-Marc Bonnet-Bidaud est astrophysicien dans le Service d'Astrophysique (SAp) du Commissariat à l'Énergie Atomique (C.E.A.). Spécialiste en astrophysique des hautes énergies, il étudie plus particulièrement les derniers stades de l'évolution des étoiles. Ses travaux concernent la recherche et l'étude des astres denses de la Galaxie (naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs). Ses recherches les plus récentes ont été consacrées notamment à l'étude d'oscillations rapides à la surface de naines blanches fortement magnétisées.

Il a également entrepris depuis plusieurs années une recherche astronomique de possibles compagnons autour de l'étoile Sirius qui l'a conduit à une collaboration avec les ethnologues Germaine Dieterlen et Jean Rouch.

Il porte également un intérêt profond à l'histoire et la popularisation de l'astronomie. Il est conseiller scientifique de la revue d'astronomie *Ciel et Espace* et a publié de nombreux articles de popularisation sur l'histoire de l'Univers et les grands problèmes de l'astronomie moderne. Il mène également actuellement des travaux d'histoire des sciences sur les racines de l'astronomie ancienne en Afrique et en Chine, avec en particulier une étude des plus anciennes cartes du ciel chinoises.