

# Archéoastronomie : vers une approche scientifique, pluridisciplinaire et participative

## *Archaeoastronomy: towards a scientific, multidisciplinary and participatory approach*

Éric CHARLOT, Vincent BOUDON, Thierry COPPIN, Aurélia CHEYREZY,  
Vincent GUICHARD, Florent MATHIAS, Stefan WIRTH

---

**Résumé :** Cet article a pour objet de présenter l'archéoastronomie en tant que science participative. Il rend compte d'un dialogue entre les amateurs de la Société astronomique de Bourgogne (SAB), et des archéologues professionnels. Nous développerons le propos suivant ses trois axes. L'archéoastronomie, discipline controversée, est-elle une science ou peut-elle le devenir, et constituer ainsi un outil pertinent pour les archéologues ? Nous établirons qu'elle est pluridisciplinaire, à la croisée de deux sciences, l'archéologie et l'astronomie, et que nous montrerons comment nous la pratiquons sous une forme participative, liant les travaux d'amateurs de la SAB et les retours et regards d'un collège d'archéologues. Nous présenterons l'organisation mise en place, les travaux déjà conclus et leur réception, les expériences vécues et les perspectives pour faire émerger une archéoastronomie utile et crédible, qui aura acquis ses lettres de noblesse scientifique.

**Mots-clés :** archéoastronomie, démarche participative, pluridisciplinarité.

**Abstract:** The purpose of this article is to present archaeoastronomy as a participatory science. It reports on a dialogue between amateurs from the Société Astronomique de Bourgogne (SAB) and professional archaeologists. We will develop the proposed title along its three axes. Is archaeoastronomy a controversial discipline, a science or can it become one, and thus constitute a relevant tool for archaeologists? We will establish that archaeoastronomy is a multi-disciplinary discipline, at the crossroads of two sciences – archaeology and astronomy – and we will show how we practice it in a participatory way, linking the work of SAB amateurs with the feedback of a college of archaeologists. We will be presenting the organization we have set up, the work we have already completed and how it's been received, our experiences and prospects for the emergence of a useful and credible archaeoastronomy that will have acquired its scientific credentials.

**Keywords:** Archaeoastronomy, participatory approach, multidisciplinary.

---

### 1. LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE BOURGOGNE : PIONNIÈRE EN SCIENCES PARTICIPATIVES

Qu'est-ce que des astronomes, qui ont en permanence les yeux levés vers le ciel, viendraient faire sur le terrain de fouille des archéologues qui, eux, ont les yeux plutôt tournés vers le sol ? La Société astronomique de

Bourgogne (SAB) n'est pas une association d'astronomie comme les autres, ses caractéristiques intrinsèques la poussent à dépasser les frontières.

Elle est la première association régionale amateur d'astronomie en France par le nombre d'adhérents (287 en juin 2023). Elle ne se définit pas comme un « club » d'astronomie, comme il en existe beaucoup en France, dont les membres se réunissent autour de leur passion et s'attachent surtout à la technique. La SAB se présente plutôt

comme une association de diffusion de la culture scientifique par le vecteur de l'astronomie, science première qui peut mener à toutes les autres. Sa vocation est ainsi de « diffuser l'astronomie auprès du plus grand nombre ». Son discours, dans le sillage de « l'astronomie populaire » chère à C. Flammarion (1880), se veut le plus accessible possible. Ces efforts de vulgarisation attirent beaucoup de monde, et ses manifestations publiques rencontrent le succès. Les Nuits des étoiles, organisées par l'Association française d'astronomie et reprises par près de 300 clubs d'astronomie en France chaque année durant un week-end d'août, en sont le meilleur exemple. La SAB organise Les Nuits des étoiles parmi les plus remarquées et les plus fréquentées de France, avec une affluence pouvant aller jusqu'à 5 000 personnes par soirée. Naturellement, cette transmission simple de la science pousse les plus curieux à adhérer. La SAB est ainsi composée à la fois de personnes expertes dans la discipline et de débutants (qui sont parfois des experts dans d'autres domaines) dans un brassage enrichissant pour tous et pour la diffusion des sciences. Le nombre, les centres d'intérêt multiples et les compétences, ainsi que la proximité avec les chercheurs professionnels, ont naturellement conduit la SAB à développer les sciences participatives, dont les programmes sont nombreux en astronomie.

L'astronomie professionnelle collecte, en effet, beaucoup de données grâce aux grands télescopes et aux sondes spatiales. Cependant, les équipes de recherche peuvent difficilement bénéficier de temps d'observation longs sur ces outils. Pour les thématiques requérant du suivi, des observations répétées ou en nombre, les chercheurs font de plus en plus appel aux amateurs qui, pour beaucoup, ont du matériel, des compétences, du temps et un fort enthousiasme à l'idée de collaborer aux découvertes astronomiques.

Les programmes dans lesquels la SAB est impliquée sont nombreux. En particulier, elle est le relais régional pour le programme « Vigie-Ciel »<sup>1</sup>, développé par le Muséum national d'histoire naturelle et l'Observatoire de Paris, dont le but est de retrouver des météorites. En tant qu'école d'astronomie de l'Association française d'astronomie, elle a été choisie avec une autre structure pour développer une formation « 4<sup>e</sup> étoile », destinée à initier les astronomes amateurs aux sciences participatives. Elle développe à Château-Chinon l'un des plus importants observatoires de France ouverts aux amateurs, dont deux instruments seront dédiés aux sciences participatives. Elle est également impliquée dans des programmes participatifs de mesure de pollution lumineuse.

Accueillir autant d'adhérents implique de multiplier les activités, car le domaine de l'astronomie est vaste et tous ne viennent pas avec les mêmes centres d'intérêt. Plusieurs membres se sont ainsi intéressés à l'histoire de l'astronomie, ce qui les a naturellement conduits à s'intéresser aux découvertes archéologiques dans la région et à l'archéoastronomie. Ce groupe de passionnés d'histoire et d'astronomie, investi dans des recherches historiques, s'est tout naturellement appelé le groupe « Investigations ».

## 2. L'ARCHÉOASTRONOMIE

### 2.1. Rapide définition

C. Ruggles, référence mondiale dans le domaine, définit en 2005 l'archéoastronomie comme « l'étude des croyances et des pratiques concernant le ciel dans le passé, et plus particulièrement dans la Préhistoire, et des usages que faisaient les populations de leurs connaissances du ciel » (Ruggles, 2005).

Concrètement, l'archéoastronomie se divise en deux grands champs d'étude :

- l'orientation des constructions anciennes sur les astres. On peut en effet orienter des constructions sur des levers et des couchers, soit des étoiles, soit du soleil aux solstices (Chariot *et al.*, 2023a). On pense évidemment à Stonehenge, le site le plus emblématique, dont l'allée de procession serait orientée selon le coucher du soleil au solstice d'hiver ;
- l'interprétation astronomique de symboles sur des objets mobiliers. Ces études peuvent révéler des conceptions du monde et des mythes des civilisations anciennes. Parmi les objets qui ont inspiré beaucoup d'écrits sur le sujet, on peut citer le cheval solaire de Trundholm ou le disque de Nebra (Mathias, 2019).

Ces sujets suscitent beaucoup de curiosité de la part des amateurs d'astronomie, et le groupe Investigations de la SAB s'y est intéressé dès 2004, avec l'idée d'appliquer ces thématiques à des sites archéologiques bourguignons.

### 2.2. L'archéoastronomie est-elle une science ?

En 2015, à la faveur d'une lecture du fascicule « Côte d'Or » de la *Carte archéologique de la Gaule* (Provost, 2009, p. 181), l'attention des membres du groupe Investigations de la SAB a été retenue par le plan du tumulus Olivier I, au lieu-dit Concoeur, sur la commune de Nuits-Saint-Georges, daté lors des fouilles en 1977 de  $2\,900 \pm 100$  BP (Gif, 4401). Deux pierres, l'une percée et l'autre pointue, diamétralement opposées par rapport au centre de la construction, paraissaient alignées sur le lever du soleil au solstice d'hiver. Lors de rencontres du réseau de culture scientifique de Bourgogne, il en a été fait part à des archéologues. L'accueil fut mitigé. Les archéologues professionnels reçoivent en effet régulièrement des travaux d'amateurs présentant des théories archéoastronomiques concernant les sites dont ils s'occupent. L'attitude première est, au mieux, de les décliner prudemment, sinon de les rejeter sans ménagement. Les raisons, justifiées, tiennent à la fois à leur impossibilité de juger ces travaux par manque de compétence en astronomie et à la réputation d'une discipline qui a souvent flirté avec les interprétations ésotériques, voire complotistes, invoquant pour les plus extrêmes des puissances extra-terrestres, sans argument scientifique. La circonspection de la communauté archéologique est d'autant plus grande que, faute de mobiliser l'expertise *ad hoc* pour les évaluer, des études archéoastronomiques douteuses, voire

résolument dépourvues de méthode scientifique, arrivent régulièrement à se frayer un chemin jusque dans les colonnes de revues spécialisées d'archéologie réputées sérieuses. On y reviendra avec des exemples.

On note couramment deux biais principaux :

- quand des archéologues s'essaient à des interprétations astronomiques, il peut leur manquer concrètement certaines connaissances pratiques du mouvement des astres, de l'histoire des représentations du ciel ou du corpus des constellations. De manière générale, ils peuvent ne pas avoir une conscience suffisamment développée des limites méthodologiques de la discipline. Il en résulte des erreurs qui peuvent échapper à leurs confrères ;
- quand des astronomes tentent des études archéoastronomiques, il leur manque les prérequis méthodologiques et notamment l'expérience de l'archéologie de terrain qui sont indispensables pour soumettre les « données » archéologiques à la critique. Des protocoles de mesures approximatifs ou peu scrupuleux conduisent ainsi à des données imprécises, voire incertaines, qui ne permettent pas de statuer sur la validité d'une orientation. Ils peuvent ne pas avoir conscience d'autres facteurs qui limitent les interprétations dans cette discipline.

En outre, l'enthousiasme des personnes férues d'archéoastronomie les conduit facilement à « voir des étoiles partout » et à produire des affirmations qui sont en fait des hypothèses non réfutables au sens de K. Popper (1973) et donc sans valeur scientifique. L'historiographie de la discipline montre que les institutions et les personnes de référence de l'archéoastronomie sont souvent issues de métiers techniques (ingénierie, informatique), sans lien avec l'archéologie (Mathias, 2019). Elles ont beaucoup travaillé en autarcie avec peu de recul critique sur leurs méthodes calculatoires et n'ont pas réussi à créer les connexions nécessaires avec la communauté des archéologues.

Les débuts de l'archéoastronomie se caractérisent, comme pour nombre d'autres disciplines, par l'initiative d'amateurs éclairés, *a priori* initialement peu spécialistes du domaine auquel ils entreprennent de consacrer leurs travaux. La paternité de l'archéoastronomie est historiquement attribuée à l'astronome britannique Sir J. N. Lockyer (1836-1920), connu en particulier pour sa découverte de l'hélium, avec le Français P. Janssen, et la création de la revue scientifique *Nature*. Dans son ouvrage *The Dawn of Astronomy* (1894), J. N. Lockyer s'attache à étudier les potentielles orientations astronomiques des temples égyptiens et grecs antiques et propose une méthodologie détaillée permettant d'identifier l'orientation d'un monument (Lockyer, 1894). Il emploiera par la suite les mêmes méthodes, avec un succès plus relatif, à Stonehenge et sur d'autres anneaux mégalithiques britanniques (Lockyer, 1906).

Se pose alors le problème principal qui marquera durablement la discipline archéoastronomique, et dont il est encore aujourd'hui difficile de se départir : astronome de

son état, J. N. Lockyer ne maîtrise pas, ou peu, l'archéologie. Or, l'archéoastronomie est un domaine de recherche nécessairement interdisciplinaire où l'astronomie et l'archéologie sont consubstantielles. Cet écueil aurait pu être aisément dépassé si un dialogue productif avait été mis en œuvre dès le début avec la communauté archéologique ; cependant l'astronome rejeta toute critique potentiellement constructive avec un certain mépris, entraînant, de fait, un rejet massif et durable de ses travaux par les archéologues. Si ses résultats sont aujourd'hui largement discutables et ses datations très majoritairement erronées, J. N. Lockyer a cependant eu le mérite de proposer un premier jalon méthodologique qui, à défaut d'avoir marqué ses contemporains britanniques, inspirera les travaux de ses successeurs à partir des années 1960.

En France, les débuts de l'archéoastronomie sont marqués par la même dichotomie, principalement par la controverse qui a opposé A. Devoir (1865-1926), officier de marine, et M. Baudouin (1860-1941), l'un des fondateurs de la Société préhistorique française, qui jouit déjà d'une solide réputation au sein de la communauté scientifique dans des domaines variés allant de la médecine à l'environnement en passant par l'archéologie et l'ethnologie, aussi bien dans des revues locales qu'internationales... Tous les deux passionnés par le mégalithisme breton, leurs méthodes pour révéler une astronomie préhistorique sont radicalement différentes. La rigueur méthodologique est du côté d'A. Devoir qui correspond avec J. N. Lockyer et s'inscrit dans son sillage. La synthèse de ses travaux est publiée en cinq parties dans le *Bulletin de la Société préhistorique française*, entre 1915 et 1916, sous le titre « Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires » (Devoir, 1915a, 1915b, 1915c, 1916a et 1916b).

La démarche de M. Baudouin est inverse. Il part du postulat, non démontré, que les civilisations préhistoriques avaient développé un culte solaire et stellaire, avec pour éléments principaux les Pléiades et la Grande Ourse. Ces postulats confinent à l'obsession, et il va s'évertuer à les rechercher partout par l'étude des cupules, censées dessiner ces astérismes et noter des orientations (Baudouin, 1926). Ses études portent sur des cas uniques où il extrapole des conclusions présentées comme évidentes. Il va jusqu'à remettre en cause les valeurs de la précession des équinoxes établies par les astronomes pour les adapter à ses résultats. Les travaux de M. Baudouin vont rapidement dévier vers une approche romantique, voire ésotérique et fantaisiste, des connaissances de l'homme préhistorique, allant jusqu'à fantasmer l'existence de l'antique Atlantide à partir des années 1920-1930. Ces dérives entraînent une rupture définitive avec les archéologues qui ne suivent plus ses conclusions.

Dès 1917, A. Devoir critique les travaux de M. Baudouin (Devoir, 1917a et 1917b), mais sa notoriété, beaucoup moins grande, ne permet pas de ramener l'archéologie sur des bases méthodologiques plus consistantes. Cet épisode grèvera de manière durable l'intérêt pour l'archéoastronomie en France, les archéologues considé-

rant que les archéoastronomes veulent « voir des étoiles partout ».

Avec l'avènement de l'informatique dans les années 1960 s'ouvre une ère de l'archéoastronomie tournée vers la technique et le calcul, avec les travaux remarquables de G. Hawkins, utilisant l'ordinateur pour tenter de démontrer par le calcul les alignements sur les astres à Stonehenge (Hawkins, 1965). Cette nouvelle approche a le mérite de créer le débat et de porter la question de l'astronomie auprès des archéologues. S'entame une discussion parfois houleuse, mais néanmoins stimulante entre astronomes et ingénieurs d'une part, et archéologues d'autre part ; elle est relayée par les grandes revues, et en premier lieu celle qui fait référence : la revue *Nature*, fondée par J. N. Lockyer. Malheureusement, les échanges n'arrivent pas toujours à concilier les points de vue. Portés par une vision évolutionniste reposant essentiellement sur la culture matérielle, les archéologues peinent à envisager de reprendre les modèles établis, lesquels se trouvent fortement malmenés par le niveau de complexité intellectuelle de l'homme néolithique induit par les thèses de G. Hawkins et ses collègues. Par ailleurs, l'omniprésence des calculs complexes et du vocabulaire technique rend le discours des astronomes difficilement intelligible pour la communauté archéologique et souligne la nécessité de développer un langage commun propice à un dialogue fécond.

Dans les années 1970 et 1980, A. Thom (1980) enfonce le clou de la technicité avec une étude statistique à grande échelle sur des milliers de constructions mégalithiques des îles Britanniques et démontre factuellement l'existence des directions privilégiées récurrentes, par exemple sur le lever ou le coucher du soleil au solstice d'hiver.

Même si ses travaux souffrent de biais méthodologiques et d'imprécisions dans les mesures, la somme de données collectées est tellement abondante que la communauté archéologique ne peut plus passer sous silence la question des orientations astronomiques.

De là naîtra une nouvelle vitalité de l'archéoastronomie avec d'un côté des astronomes, ingénieurs et érudits qui multiplient les travaux, et de l'autre des archéologues qui s'essaient à l'interprétation astronomique. Ce dynamisme se traduit par un premier colloque international, tenu à Cambridge en 1981, qui contribuera à définir les grands axes de l'archéoastronomie dans toute sa diversité, sans pour autant parvenir à l'établir comme une branche à part entière de la discipline archéologique.

En 1993 est fondée la Société européenne d'astronomie dans la culture (SEAC), regroupant les archéoastronomes européens. Elle trouve son origine dans la série de colloques organisés à l'université de Strasbourg entre 1988 et 1996, et intitulée « Réunion européenne d'astronomie et de sciences humaines ». Ce modèle se développera au niveau mondial avec l'Association ISAAC (Société internationale d'archéoastronomie et d'astronomie dans la culture) créée en 1996 par C. Ruggles. Celui-ci met en place la première chaire d'archéoastronomie en 1998 à l'université de Leicester (Royaume-

Uni). Quelques revues spécialisées à comité de lecture voient le jour sur plusieurs continents : le *Journal of Skyscape Archaeology*, à l'université de Bournemouth (Royaume-Unis), en 2015 ; le *Journal of Astronomy in Culture*, de l'université de Santa Barbara, en 2016, qui prend la suite du bulletin du *Center of Archeoastronomy* (1977-2005) puis du bulletin de l'ISAAC (199-2015) ; et enfin la revue *Cosmovisiones/Cosmovisões*, en espagnol et en portugais, éditée à partir de 2020 par la Société interaméricaine pour l'astronomie dans la culture (SIAC/SECLA), à la faculté des sciences astronomiques et géophysiques de l'université nationale de La Plata (Argentine). En 2015, C. Ruggles publie le massif *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ouvrage collectif en trois volumes présentant une collection de travaux dits de référence sur l'archéoastronomie sur tous les continents.

Mais l'archéoastronomie reste aujourd'hui un domaine de niche. Ces associations et leurs revues sont des lieux où des spécialistes discutent de leurs « découvertes » dans un entre-soi autojustifiant leurs travaux, avec finalement peu de recul sur les pratiques, les méthodes ou la réfutabilité des théories émises. D'une manière générale, il existe encore peu de perméabilité entre cette discipline et l'archéologie. Elle n'est que peu reconnue et pas enseignée dans les cursus universitaires traditionnels d'archéologie. Cette absence d'intégration peut avoir des conséquences problématiques scientifiquement, avec des articles d'archéoastronomie à la démarche et aux résultats erronés, qui ont réussi à être publiés dans des revues d'archéologie en passant le pare-feu du comité de lecture parce que celui-ci n'intégrait aucun spécialiste de l'astronomie.

L'archéoastronomie souffre donc aujourd'hui de biais méthodologiques sévères et d'un manque certain de crédibilité scientifique. Le seul moyen de faire émerger cette discipline en tant que nouvelle science, utile à l'archéologue, est de lier les compétences des archéologues et des astronomes au sein d'un projet commun. La mobilisation d'amateurs n'est alors plus un frein dès lors qu'elle est encadrée par une rigueur scientifique dans des protocoles adoptés et visés par des chercheurs professionnels.

### 3. AVEC LA SAB, UNE EXPÉRIENCE PLURIDISCIPLINAIRE ET PARTICIPATIVE

C'est dans cet objectif de relier archéologues et astronomes pour une archéoastronomie scientifique que la SAB a mobilisé deux équipes aux compétences complémentaires qui répondent aux critères de pluridisciplinarité et de sciences participatives :

- le groupe Investigations est composé d'une soixantaine d'adhérents de la SAB, dont une quinzaine participent régulièrement aux réunions hebdomadaires. Ce sont des astronomes amateurs venant de toute la France. Pour la grande majorité, ils ne font de l'astronomie qu'en loisir. Ils sont encadrés par le président

de l'association, physicien et directeur de recherche au CNRS dont certains travaux sont liés à la planétologie, et le directeur de la SAB, dont le cœur de métier est la diffusion de l'astronomie au plus grand nombre. Un de ces astronomes amateurs est archéologue de métier. Ses apports sont très précieux. Les membres de ce groupe analysent des publications parues, mènent leurs propres enquêtes sur des sites et construisent des outils à l'usage des astronomes et des archéologues ;

- un groupe composé de cinq archéologues de métier, issus du service régional de l'Archéologie, du laboratoire ARTEHIS de l'université Bourgogne Europe (UMR 6298), de Bibracte ou du musée d'Archéologie nationale, pour la plupart résidant en Bourgogne, dont aucun, à une exception près, n'avait conduit préalablement de recherches en archéoastronomie. Ils fournissent des sujets à étudier, relisent, critiquent et valident nos analyses et publications. C'est en quelque sorte le comité de lecture des travaux portés par le groupe Investigations. Ils sont aussi moteurs pour faire connaître ces travaux et la discipline de l'archéoastronomie auprès de leurs pairs archéologues.

Ce processus d'allers-retours et de relectures est d'un intérêt majeur. Il permet aux investigateurs de mieux mesurer les problématiques de l'archéologue et d'étoffer l'argumentation. D'autre part, les questionnements de néophyte des archéologues sur l'astronomie ont poussé les investigateurs à aller de plus en plus loin dans leur processus de vulgarisation.

### 3.1. Une collaboration productive entre archéologues et astronomes

Les deux groupes ont tout de suite vu un intérêt dans cette collaboration. Pour les archéologues, il s'agissait de pouvoir confier à des experts en astronomie l'évaluation de travaux qu'ils ne se sentaient pas capables de mener eux-mêmes. Pour les investigateurs, l'intérêt était de se confronter à des cas d'études réels pour développer leur méthode et leur esprit critique.

Le collège des archéologues a donc soumis un certain nombre d'articles à lire et à critiquer, et de sujets à étudier, publiés dans des revues à comité de lecture, des monographies ou des livres à compte d'auteur. Les premiers résultats s'étant révélés concluants, l'équipe d'archéologues a proposé aux investigateurs de publier les articles sur HAL, une archive ouverte pluridisciplinaire en ligne permettant de rendre accessibles les travaux scientifiques et de les regrouper dans un carnet de recherche<sup>2</sup>.

Une méthode de concertation s'est installée au fil des mois. Depuis 2019, les deux groupes se rencontrent chaque année en séance plénière, avec de nombreux échanges intermédiaires autour de chaque étude. Ils ont établi en commun leurs objectifs et leur mode de concertation. Les rencontres permettent de définir les sujets à traiter et leur ordre de priorité, de discuter des cas d'études en cours et de dessiner les perspectives pour promouvoir

et faire connaître les travaux dans la communauté des archéologues.

Dans cet objectif, il a été évoqué la création à terme de rencontres scientifiques formalisées, sous une forme à définir, l'implication d'étudiants pour des travaux de master ou de thèse et – pourquoi pas – la formation d'étudiants et de chercheurs en archéologie.

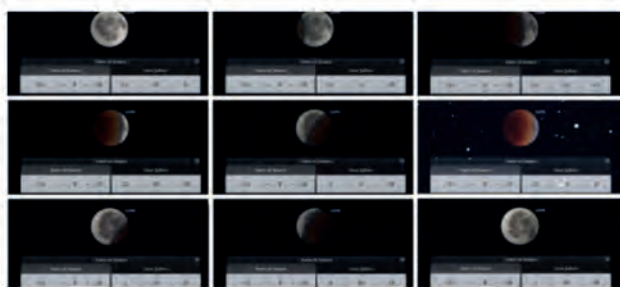
### 3.2. Les premiers résultats

Le carnet de recherche a été ouvert en 2021. Au 15 mars 2024, quatre articles y ont été publiés (fig. 1).

Il s'agit tout d'abord d'outils. Le premier conçu, objet du tout premier article du carnet de recherche, répond à une interrogation simple ayant émergé lors des échanges avec les archéologues : lorsqu'on considère une orientation quelconque, n'a-t-on pas 100 % de chances de tomber sur un lever ou un coucher d'étoiles, tellement elles sont nombreuses ? C'est donc un article de méthode. Il présente un outil qui aide à déterminer si une orientation supposée sur un lever ou un coucher d'étoile est significative ou si elle résulte du hasard. Cela dépend surtout de l'incertitude de la mesure et de la magnitude (luminosité) de l'étoile supposée. Plus l'incertitude est grande, plus on a de chance de tomber sur une étoile sans que cela soit voulu. De même, plus l'étoile visée est brillante, moins le choix est large et plus la part accordée au hasard sera réduite. Cet outil a été appelé le « critère du jeu de quilles », car il est semblable à un jeu de quilles : plus la boule est grosse (c'est-à-dire plus grande est l'incertitude) et plus les quilles sont nombreuses (c'est-à-dire plus nombreuses sont les étoiles si on prend en compte celles de faible luminosité), plus on a de chances de faire tomber des quilles sans que ce soit intentionnel (Chariot *et al.*, 2023a). L'équipe a pris conseil auprès de deux chercheurs en mathématiques de l'université de Bourgogne pour valider ce critère.

Ont suivi des notes de lecture de publications archéoastronomiques pour lesquelles les archéologues ont sollicité l'avis du groupe d'astronomes. Ces premières demandes concernent bien évidemment des problématiques de l'archéologie bourguignonne :

- une synthèse concernant quatre articles sur l'orientation du bassin de Bibracte. Son petit axe était supposé être orienté sur le lever du soleil au solstice d'hiver. Notre contre-argumentation signale une colline dans cette direction, qui décale le lever effectif du Soleil de 10°. Les dernières recherches archéologiques montrent de plus que le bassin est situé assez précisément dans l'axe d'une voie préexistante, ce qui rend d'autant moins plausible l'hypothèse d'une orientation astronomique. Une autre hypothèse supposait que le grand axe ait été aligné sur l'étoile Castor, mais cela ne correspond pas avec la mesure la plus précise. Si on prend la moyenne des mesures des quatre articles, Castor est dans la plage d'incertitude, mais avec un critère du jeu de quilles qui laisse un doute ; une réflexion plus approfondie sur l'incertitude permettrait probablement de trancher (Chariot *et al.*, 2023b) ;



## Relecture critique du livre « Les derniers jours du siège d'Alésia »

© 24/04/2023 Études de sites Alésia, archéoastronomie, archéologie, astronomie, Bataille, César, éclipse, Gaulois, Romains, Vercingétorix



## Peut-on affirmer qu'un site archéologique comporte des alignements stellaires intentionnels ?

© 19/07/2021 Principes d'archéoastronomie alignement stellaire, archéoastronomie, archéologie, archéométrie, astronomie, orientation



## Relecture critique de quelques articles relatifs à l'orientation du bassin de Bibracte

© 08/11/2021 Études de sites alignement stellaire, archéoastronomie, archéologie, astronomie, bassin monumental, Bibracte, orientation, solstice



## Relecture critique de l'article « de Bibracte à Augustodunum : observations archéoastronomiques »<sup>[OB]</sup>

© 07/02/2022 Études de sites alignement solaire, archéoastronomie, archéologie, astronomie, Augustodunum, Autun, Bibracte, calendrier julien, fêtes celtiques, orientation, solstice, trame urbaine

Fig. 1 – Les quatre premiers articles publiés sur le carnet de recherche archeoaastro.hypotheses.org.

Fig. 1 – The first four articles published on the research blog archeoaastro.hypotheses.org.

- l'analyse d'un article comparant les orientations de constructions et d'aménagements urbains antiques dans les villes de Bibracte et d'Augustodunum (Autun). Selon cet article, la première aurait une trame urbaine orientée sur le lever du soleil le jour des quatre fêtes gauloises traditionnelles ; l'autre, de construction romaine, serait orientée sur les solstices et les équinoxes. L'analyse a mis en cause la rigueur et la précision du protocole de mesures et de nombreuses inexactitudes ou incertitudes qui invalident les conclusions des auteurs ont été relevées (Chariot *et al.*, 2022) ;
- la relecture d'un livre dont l'argument principal est que la bataille d'Alésia aurait été perdue par Vercingétorix à cause d'une éclipse de Lune, interprétée comme un mauvais présage ayant sapé le moral des troupes gauloises. Il y a certes eu une éclipse de Lune dans la nuit du 25 au 26 septembre de l'année 52 avant J.-C.,

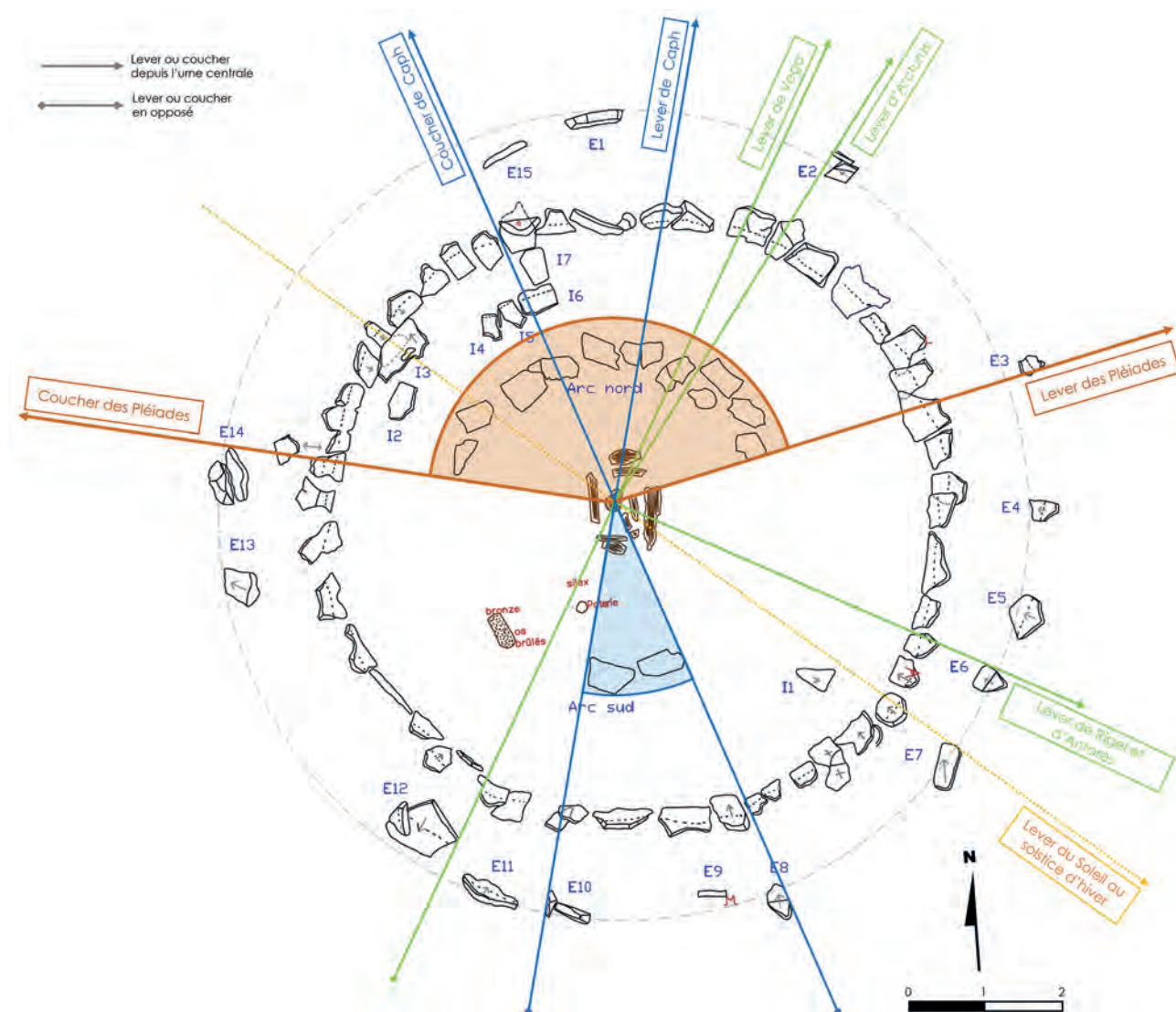
mais les arguments manquent résolument pour fixer la bataille le même jour. L'époque de la bataille résulte d'une hypothèse établie par C. Jullian, et reprise par J. Carcopino, qui surinterprète trois mots de Jules César dans la *Guerre des Gaules*. Depuis, d'autres travaux historiques donnent une date beaucoup plus tardive, vers la mi-novembre. En tout état de cause, si l'hypothèse n'est pas à exclure, sa démonstration apparaît entachée d'approximations et de raisonnements circulaires qui la disqualifient (Chariot *et al.*, 2023c).

### 3.3. Une découverte encourageante

En parallèle de ces lectures critiques suggérées par notre collège d'archéologues, le groupe Investigations a continué de travailler sur le tumulus Olivier I (Nuits-Saint-Georges, Côte-d'Or) de l'âge du Bronze, qui semblait prometteur.

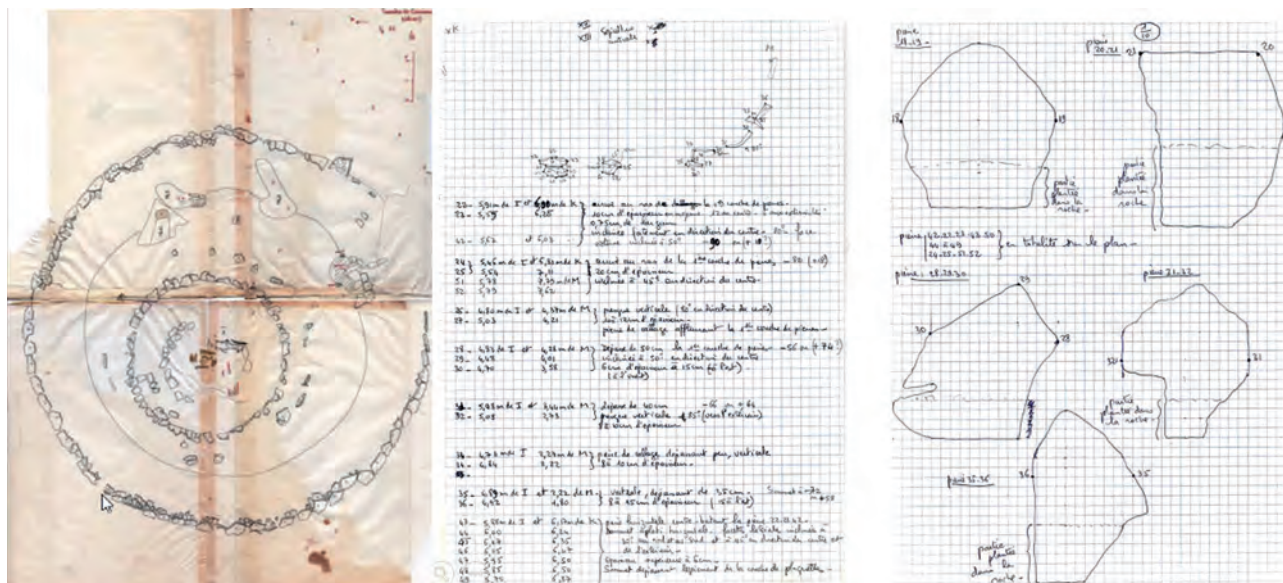
Sur le niveau de base était installé un cercle discontinu de 15 pierres levées, dont la partie inférieure était plantée en terre. Elles étaient de plus calées par un appareillage de pierres pour être maintenues en position. Des esquilles osseuses humaines calcinées (environ 900 g) étaient amassées au centre de ce cercle, surmontées d'une urne. L'urne marquait de manière très précise le centre géométrique du dispositif. Les esquilles et l'urne étaient recouvertes d'un tertre d'argile aplani, intégrant des morceaux de bois brûlés à différents niveaux. Le sommet du tumulus, délimité par un deuxième cercle de pierres, continu cette fois, constituait un plateau sur lequel étaient installés deux arcs dallés, l'un au nord, l'autre au sud (fig. 2). Une étude géométrique suggéra l'hypothèse que ces arcs étaient délimités par des alignements entre le centre et les pierres extérieures notées E1, E2... Une recherche a été menée pour comprendre si ces directions pouvaient correspondre à des levers ou à des couchers d'astres particuliers. Dès lors, s'est présenté un double problème.

Lors des fouilles en 1977, les datations  $^{14}\text{C}$  ont donné un âge du site de  $2900 \pm 100$  BP (Gif, 4401). Depuis, le ciel n'est plus le même, principalement à cause de la précession des équinoxes qui décale la position du pôle Nord céleste dans le ciel et fait glisser tous les levers et les couchers d'étoile. Ce problème est bien résolu par les logiciels de planétarium qui permettent de recréer le ciel à toute époque et partout sur le globe. Les deux principaux logiciels (Stellarium et Cartes du ciel) ont été testés pour comparer leur fiabilité. Ensuite, le problème de l'horizon doit être pris en compte. La colline de Mantuan, sur le côté ouest du site, décalait significativement tous les couchers d'étoile. Il a fallu modéliser finement le relief sur tous les azimuts. Les premiers essais ont porté sur des solutions photographiques peu concluantes, car il est difficile de connaître de manière suffisamment précise les déformations de projection dues à l'objectif photo et au logiciel lui-même. Finalement, la solution est venue d'un adhérent de la SAB, topographe de métier, qui, en deux



**Fig. 2** – Le tumulus Olivier I à Concoeur (commune de Nuits-Saint-Georges, Côte-d'Or) et les principales orientations éprouvées.

**Fig. 2** – The Olivier I burial mound in Concoeur (municipality of Nuits-Saint-Georges, Côte-d'Or) and the main proven orientations.



**Fig. 3** – Échantillon des relevés de fouille de D. et R. Ratel dans les années 1970 à Concoeur : plan, mesures centimétriques, dessin des pierres (actuellement conservés chez Mme Ratel).

**Fig. 3** – Sample of excavation records by D. and R. Ratel in the 1970s at Concoeur: plan, centimetric measurements, drawings of stones (currently kept by Mrs Ratel).

après-midi, a modélisé l'horizon grâce à son tachéomètre professionnel.

Autre aspect faisant de cette enquête un sujet de sciences participatives, le site avait été fouillé en 1977 par le couple Ratel, D. et R., archéologues amateurs locaux, qui n'ont laissé que des relevés sur papier (Ratel, 1977). Leurs plans d'origine ont été récupérés et scannés pour pouvoir faire des mesures d'orientation précises avec un logiciel de conception assistée par ordinateur (Draftsight). En intégrant les azimuts relevés, le relief et la datation du site, les logiciels ont pu déterminer si les orientations correspondaient à des levers ou à des couchers particuliers.

Les résultats suggéraient que les orientations délimitant l'arc pointaient d'un côté sur le coucher des Pléiades et de l'autre sur son lever. Des résultats encourageants qui ont été présentés au groupe des archéologues... Les ardeurs ont été vite refroidies ! Mais c'est aussi l'intérêt de ces échanges : aider à prendre le recul nécessaire. Pouvoir tempérer l'émotion initiale pour envisager sérieusement les biais de la démarche ; développer l'autocritique et imaginer les tests qui pourraient solidifier ou au contraire démonter l'hypothèse astronomique.

La principale critique était que le site avait été fouillé dans les années 1970 par des archéologues amateurs et que ni le protocole de leurs mesures ni leurs qualités n'étaient bien connus, et qu'on ne pouvait donc pas être sûr de la précision des orientations. L'équipe des astronomes est donc retournée voir D. Ratel qui a aimablement confié l'intégralité des relevés des fouilles : des plans, des pages entières de relevés centimétriques, les dessins des pierres (fig. 3). La matière récoltée était suffisamment riche pour avancer. L'équipe Investigations a entrepris de calculer toutes les sources d'incertitude possibles à chaque étape de la mesure d'orientation : précision de la boussole,

incertitude des relevés, report sur le plan, hauteur des arbres, déviation du nord magnétique etc.

Le critère du jeu de quilles permettait d'évaluer si les orientations soupçonnées étaient le fruit du hasard ou si elles étaient significatives (fig. 2). Le collège d'archéologues a salué la méthode pour sa rigueur. Elle pourra être réutilisée pour étudier d'autres sites fouillés suivant les mêmes protocoles anciens et pour requalifier des mesures qu'on pensait inexploitable.

Il reste encore à l'équipe Investigations à rédiger toute cette étude ainsi que le protocole et de soumettre l'article au collège d'archéologues comme base d'une discussion qui promet d'être enrichissante à la fois pour le groupe des astronomes, dans leur recherche de la meilleure précision scientifique et leur volonté de discerner ce qui peut être présenté comme avéré et ce qui fait encore l'objet de débat, et pour les archéologues afin de montrer qu'il y a matière à « fouiller le ciel ».

#### 4. PERSPECTIVES ET SUJETS D'ÉTUDES À VENIR

**S**i le tumulus Olivier I (Nuits-Saint-Georges) est la priorité du moment, différentes études dessinent des perspectives et des priorités pour faire évoluer une archéoastronomie qui soit utile à l'archéologue.

Dans le sillage de notre « critère du jeu de quilles » pour les orientations stellaires, le groupe Investigations travaille à élaborer d'autres outils et méthodes :

- critère sur les alignements sur les extrêmes solaires et lunaires (critère du « jeu de fléchettes ») ;
- critère pour comparer un ensemble de points à des constellations (critère du « jeu de dominos ») ;

- développement de tutoriels, à la fois pour nos investigateurs débutants et pour les archéologues confrontés à une hypothèse archéoastronomique.

La liste des relectures critiques et sujets d'études s'allonge sans cesse, répondant à la demande du collège d'archéologues et de journalistes, mais aussi suivant les intérêts particuliers des investigateurs. Pour l'heure, la liste de sujets devient importante et concerne toutes les époques. Un bon cas d'école serait celui du tumulus du Magdalenenberg, un des plus grands tumuli d'Europe, situé dans le Bade-Wurtemberg, en Allemagne, contenant 129 tombes dont la disposition dessinerait des constellations, si on en croit un article récent publié dans une revue archéologique réputée sérieuse. Ce serait l'occasion de mettre à l'épreuve le critère du jeu de dominos.

### **5. ASTRONOMIE : LE MÉTIER MANQUANT DE L'ARCHÉOLOGIE ?**

L'archéologue moderne s'entoure de plus en plus de compétences techniques pointues pour faire parler le passé : études physico-chimiques, céramologie, zoologie, palynologie ou différentes techniques d'imagerie. Parmi tous ces métiers connexes à l'archéologie, il manque peut-être l'astronomie. Si nos travaux parviennent à démontrer que l'archéoastronomie peut être conduite de manière rigoureuse et convaincante, de plus en plus d'archéologues intégreront dans leurs études l'idée de « fouiller le ciel ». Le groupe de la SAB peut alors devenir une référence utile, à la fois pour concevoir des outils et des protocoles à l'usage de l'archéologue et pour expertiser une problématique où interviendrait l'astronomie.

### **CONCLUSION : UNE AVENTURE HUMAINE DE SCIENCE PARTICIPATIVE**

Le groupe Investigations de la SAB est composé de 60 inscrits, dont 15 se réunissent régulièrement tous les lundis en ligne. Même si le noyau est en Bourgogne, quelques membres adhèrent à la SAB spécialement pour l'archéoastronomie et viennent de toute la France. On peut se demander ce qui peut fasciner les astronomes dans l'archéoastronomie, ce qu'ils viennent chercher en s'engageant dans ce groupe. Un astronome amateur

observe le ciel pour son plaisir, mais aussi souvent dans une association comme la SAB pour partager le vertige devant l'immensité du ciel, qui le replace face à l'univers et aux origines. L'avantage de cette passion, c'est qu'elle peut se partager avec l'humanité tout entière. Sur toute la planète, nous voyons le même soleil, la même lune, et pour la plupart, les mêmes étoiles. De la même manière, si tout change avec le temps, les paysages, les coutumes, les constructions, les concepts, on peut considérer que le ciel étoilé, le Soleil, la Lune, les constellations, même si leur mouvement évolue au gré de la mécanique céleste, sont communs et nous relient à l'homme du passé. Un des premiers sentiments qui pousse l'astronome vers l'archéologie est donc ce regard commun sur les objets du ciel. Entre l'archéologie et l'astronomie, existe ce même vertige de l'espace et du temps.

Les astronomes viennent à l'archéoastronomie car il est fascinant de se dire qu'en ce lieu, à telle époque, on a regardé le ciel. Ils tentent de retrouver ce lien originel à la contemplation du ciel nocturne. Venir faire de l'archéoastronomie à la SAB, c'est aussi accepter de confronter une vision fantasmée de l'astronomie ancienne aux réalités d'aujourd'hui. C'est s'imposer une méthode scientifique et chercher à comprendre le véritable rapport aux astres plutôt que de rester sur une vision idéalisée. C'est dépasser ses propres hypothèses pour les confronter plutôt que de s'en satisfaire.

L'effet de groupe est d'un secours utile. Grâce à la richesse des réflexions partagées, il permet de consolider ses arguments et d'affiner ses hypothèses. Le dialogue avec les archéologues est également très important aux yeux de notre groupe d'amateurs : entrer dans un processus d'échanges et d'interdisciplinarité pour approcher le consensus, sortir de sa zone de confort pour enrichir et renforcer ses hypothèses. Comme dans toute science participative, nos investigateurs viennent aussi pour avoir la fierté de participer à des découvertes, faire avancer les connaissances, ou au moins d'être un petit rouage dans la grande fabrique de la connaissance. Il y a enfin, au fond des esprits, l'ambition diffuse de faire émerger une nouvelle discipline, d'être à l'origine d'un mouvement qui fera émerger l'archéoastronomie comme un élément à part entière de la science archéologique.

### **NOTES**

1. Voir : <https://vigie-ciel.imo.net>
2. Voir : <https://archeoastro.hypotheses.org>.

**Éric CHARIOT**

Société astronomique de Bourgogne, Dijon,  
France

**Vincent BOUDON**

CNRS, institut Carnot de Bourgogne, Dijon,  
France  
Société astronomique de Bourgogne

**Thierry COPPIN**

Société astronomique de Bourgogne

**Aurélia CHEYREZY**

CEA, Valduc, France  
Société astronomique de Bourgogne

**Vincent GUICHARD**

EPCC Bibracte, Glux-en-Glenne, France

**Florent MATHIAS**

Musée d'Archéologie nationale, Saint-  
Germain-en-Laye, France

**Stefan WIRTH**

UMR 6298 ARTEHIS, CNRS UBFC,  
université de Bourgogne, Dijon, France

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAUDOUIN M. (1926) – *La préhistoire par les étoiles*, Paris, Norbert Maloine.
- CHARIOT É., BOUDON V., CHAUX L., CHEYREZY A., COPPIN T., LADRUZE J.-M., WYNDAELE S. (2022) – Relecture critique de l'article « de Bibracte à Augustodunum : observations archéoastronomiques », *hal-03541737*
- CHARIOT É., BOUDON V., CHAUX L., CHEYREZY A., COPPIN T. (2023a) – Peut-on affirmer qu'un site archéologique comporte des alignements stellaires intentionnels ?, *hal-03223357v3*
- CHARIOT É., BOUDON V., CHAUX L., CHEYREZY A., COPPIN T., WYNDAELE S. (2023b) – Relecture critique de quelques articles relatifs à l'orientation du bassin de Bibracte, *hal-03410874v2*
- CHARIOT É., BOUDON V., CHAUX L., CHEYREZY A., COPPIN T., LADRUZE J.-M., MARTIN M., WYNDAELE S. (2023c) – Relecture critique du livre « Les derniers jours du siège d'Alésia », *hal-04064035*
- DEVOIR A. (1915a) – Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 12, 8, p. 369-376.
- DEVOIR A. (1915b) – Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires (suite), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 12, 9, p. 403-416.
- DEVOIR A. (1915c) – Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires (suite), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 12, 10, p. 458-462.
- DEVOIR A. (1916a) – Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires (suite), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 13, 1, p. 70-80.
- DEVOIR A. (1916b) – Contribution à l'étude de l'Ère monumentale préhistorique : l'architecture mégalithique bretonne et les observations solaires, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 13, 2, p. 115-128.
- DEVOIR A. (1917a) – Notes sur l'archéologie de l'Ère monumentale préhistorique : la solution du problème de l'astronomie solaire (1902) ; les hypothèses stellaires (1906) ; les critiques et les contre-théories de M. le Docteur M. Baudouin (1912-1916), Morlaix, A. Chevalier.
- DEVOIR A. (1917b) – Notes sur un mémoire de M. le Docteur M. Baudouin, publié au *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris* (1915, n° 4), *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 8, 4, p. 165-190.
- FLAMMARION C. (1880) – *L'astronomie populaire : description générale du ciel*, Paris, C. Marpon et E. Flammarion.
- HAWKINS G. S. (1965) – *Stonehenge decoded*, Cambridge, Mass., Smithsonian Astrophysical Observatory.
- LOCKYER J. N. (1894) – *The dawn of astronomy a study of the temple-worship and mythology of the ancient Egyptians*, London, Paris and Melbourne, Cassell.
- LOCKYER J. N. (1906) – *Stonehenge and other British stone monuments astronomically considered*, London, Macmillan & Co.
- MATHIAS F. (2019) – *Forger le ciel aux âges des métaux : Représentations, imaginaire et connaissances célestes dans le nord-ouest de l'Europe entre 2500 et 500 av. J.-C.*, thèse de doctorat, université Paris 1-Panthéon Sorbonne, Paris, 476 p.
- POPPER K. (1973) – *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot, 480 p.
- PROVOST M. (2009) – *Carte archéologique de la Gaule*, 21/2 La Côte-d'Or, Paris, Maison des sciences de l'homme, 446 p.
- RATEL R. (1977) – Concéur-Corboin. Tumulus protohistoriques, bilan des fouilles archéologiques en Côte-d'Or 1976-1977, *Mémoires de la Commission des antiquités du département de la Côte-d'Or*, 30, 1976-1977, p. 35-42.
- RUGGLES C. (2005) – *Ancient astronomy: An encyclopedia of cosmologies and myth*, Santa Barbara, ABC-CLIO.
- RUGGLES C. (2015) – *Handbook of archaeoastronomy and ethnoastronomy*, New York, Springer.
- THOM A. (1980) – *Megalithic rings: Plans and data for 229 monuments in Britain*, Oxford, British Archaeological Reports (BAR British series, 81).

