

# Un jardin astronomique

Germano Afonso et Thaisa Nadal

Université fédérale du Parana (Brésil)

Depuis la préhistoire, l'Homme a observé qu'il y avait des variations de température et que les animaux, les fleurs et les fruits venaient selon les différentes saisons de l'année. Ainsi a-t-il commencé à enregistrer les phénomènes célestes, principalement les mouvements apparents du Soleil.

L'Archéoastronomie est la discipline qui étudie les connaissances astronomiques des anciens peuples et la façon dont ils ont utilisé ces connaissances dans la religion, la mythologie, les arts et dans la vie quotidienne. Ainsi regroupe-t-elle, parmi d'autres, des chercheurs en Astronomie, Anthropologie, Archéologie et Histoire de l'art. Cette discipline a commencé par l'étude des ruines de monuments préhistoriques sur lesquels on observe des alignements avec orientations astronomiques. Certaines de ces orientations sont relatives aux positions du lever et du coucher du Soleil, de la Lune et des étoiles les plus brillantes, les positions du Soleil étant, en général, celles des solstices et des équinoxes. Les études de certains sites archéologiques, comme Stonehenge en Angleterre et Carnac en France, ont permis aux archéoastronomes de vérifier que certaines civilisations du mégalithique possédaient une bonne connaissance astronomique.

Presque toutes ces observations astronomiques ont été réalisées au moyen d'un gnomon (style vertical projetant son ombre sur un terrain horizontal) qui a été utilisé également dans les civilisations majeures, aussi bien en Egypte (obélisques) au XVème siècle av J.-C. qu'en Chine, avant le XIème siècle av J.-C. et qu'en Grèce au VIIème siècle av J.-C. Avec le gnomon, on peut développer plusieurs activités astronomiques comme la détermination de l'heure solaire, des points cardinaux, des saisons de l'année, de la durée du jour, de la hauteur du Soleil et de la latitude du lieu d'observation. Le gnomon, simple bâton vertical, a donc joué un rôle très important et parfois sous-estimé dans le développement de l'astronomie.

Nous avons remarqué que la plupart des personnes, surtout celles qui vivent dans les grandes villes, ne se sont jamais aperçues, en observant la nature, que le Soleil ne se lève pas tous les jours dans la même direction et qu'il y a des fleurs qui poussent même pendant l'hiver.

En pensant à ces personnes, nous avons conçu, projeté et réalisé un jardin astronomique dans la ville de Guarapuava (Parana, Brésil) dans le but de fournir des outils didactiques alternatifs aux méthodes d'enseignement-apprentissage en Astronomie et Botanique, concernant les élèves des collèges et cours moyens de deuxième année (CM2).

Au centre du jardin, nous avons mis sur le terrain un tronc de bois cylindrique qui sert de gnomon et nous avons repris quelques façons d'observer la nature utilisées par les anciens peuples. En l'absence d'un langage écrit, l'Homme primitif a utilisé des pierres pour enregistrer ses observations astronomiques parce qu'elles étaient plus résistantes aux intempéries. Nous, dans ce travail, étant donné son objectif didactique, nous avons utilisé des fleurs.

Toutes les données astronomiques dont on a besoin pour construire un jardin astronomique peuvent être trouvées au Bureau des Longitudes (MINITEL : 36 16 code BDL). Dans la suite, nous donnerons des exemples pour Paris en 1994 :

Coordonnées de Paris : Latitude = 48°50' Nord ; Longitude = 2°20' Est

Les instant sont donnés en temps légal en France.

## 1. DETERMINATION DES POINTS CARDINAUX

Quand le Soleil se lève, l'ombre du gnomon est de longueur maximale. Au fur et à mesure que le Soleil monte par rapport à la ligne d'horizon, la longueur de l'ombre décroît jusqu'à devenir minimale quand le Soleil atteint sa hauteur maximale (culmination). Ensuite, au fur et à mesure que le Soleil descend, l'ombre du gnomon change de direction et augmente en longueur de plus en plus jusqu'au coucher du Soleil.

Quand l'ombre du gnomon, projetée par le Soleil, est minimale, on a le midi solaire ou midi vrai local. A cet instant, on a également la ligne méridienne locale ou ligne nord-sud, le Soleil étant au sud (à sa culmination) et l'ombre du gnomon au nord (à son minimum). A partir du gnomon, on marque avec des petits bâtons, la direction du Soleil (sud) et la direction de l'ombre (nord). On marque aussi les deux directions perpendiculaires à la ligne méridienne, celle du côté où le Soleil se lève va vers l'est, celle du côté où le Soleil se couche va vers l'ouest. On a ainsi les quatre points cardinaux.

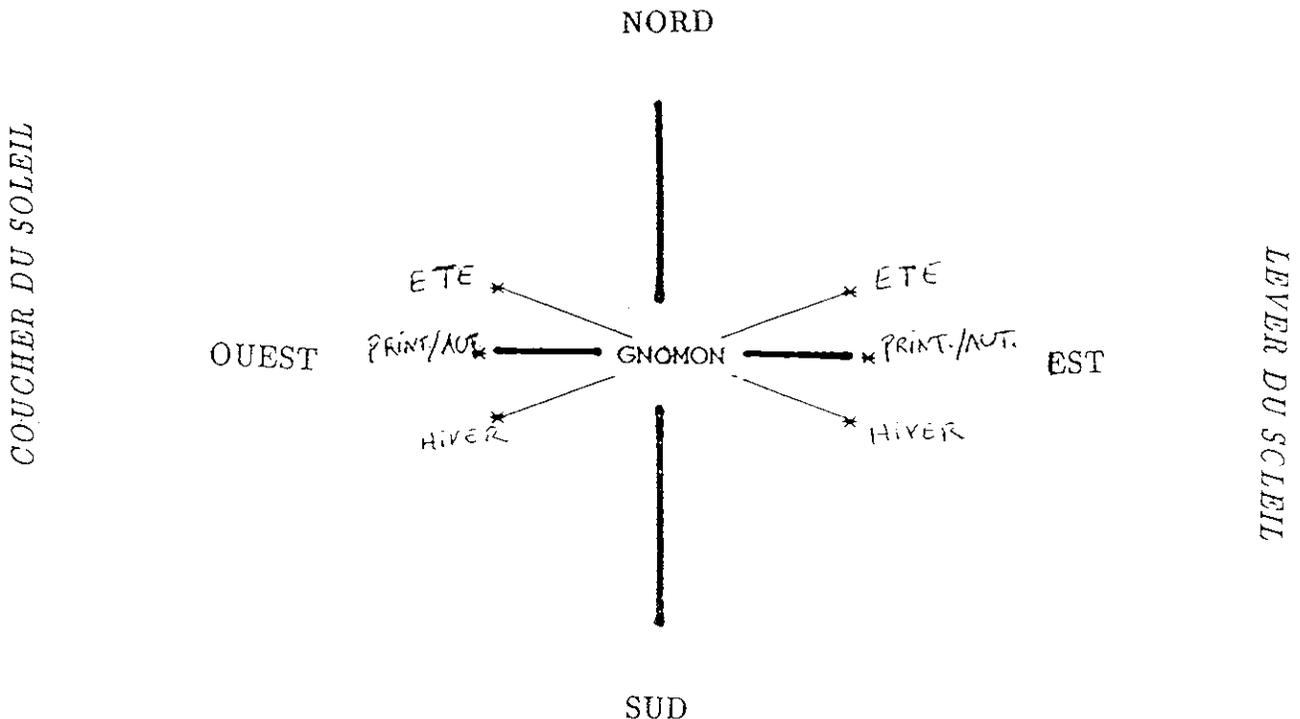
En général, le midi solaire (midi vrai) ne coïncide pas avec le midi (12h) de nos montres. Cela dépend de la longitude du lieu d'observation mais en plus il y a des petites différences de temps selon le jour de l'année, différences qui résultent des variations de la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil. On donne ci-après les instant du midi vrai à Paris pour chaque début de saison de l'année, en temps légal en France :

Printemps (20/03/1994) : 12h 59min	Été (20/06/1994) : 13h 53min
Automne (23/09/1994) : 13h 43min	Hiver (22/12/1994) : 12h 49min

Les points cardinaux ayant été déterminés, on a écrit, avec des fleurs, les lettres N, S, E et O dans les directions Nord, Sud, Est et Ouest respectivement. On a planté dans la ligne méridienne des végétaux qui fleurissent toute l'année et dans la ligne Est-Ouest; des végétaux qui fleurissent en automne et au printemps.

## 2. DETERMINATION DES SAISONS DE L'ANNEE PAR LE LEVER ET LE COUCHER DU SOLEIL

En observant l'ombre du gnomon projetée par le Soleil, à différentes époques de l'année, on remarque que le Soleil se lève et se couche dans différentes directions selon la saison de l'année. Pendant l'été, le Soleil se lève et se couche plus au nord et pendant l'hiver plus au sud. Le Soleil atteint les points extrêmes dans les jours de solstices : en été (21 ou 22 juin) et en hiver (21 ou 22 décembre).(fig 1)

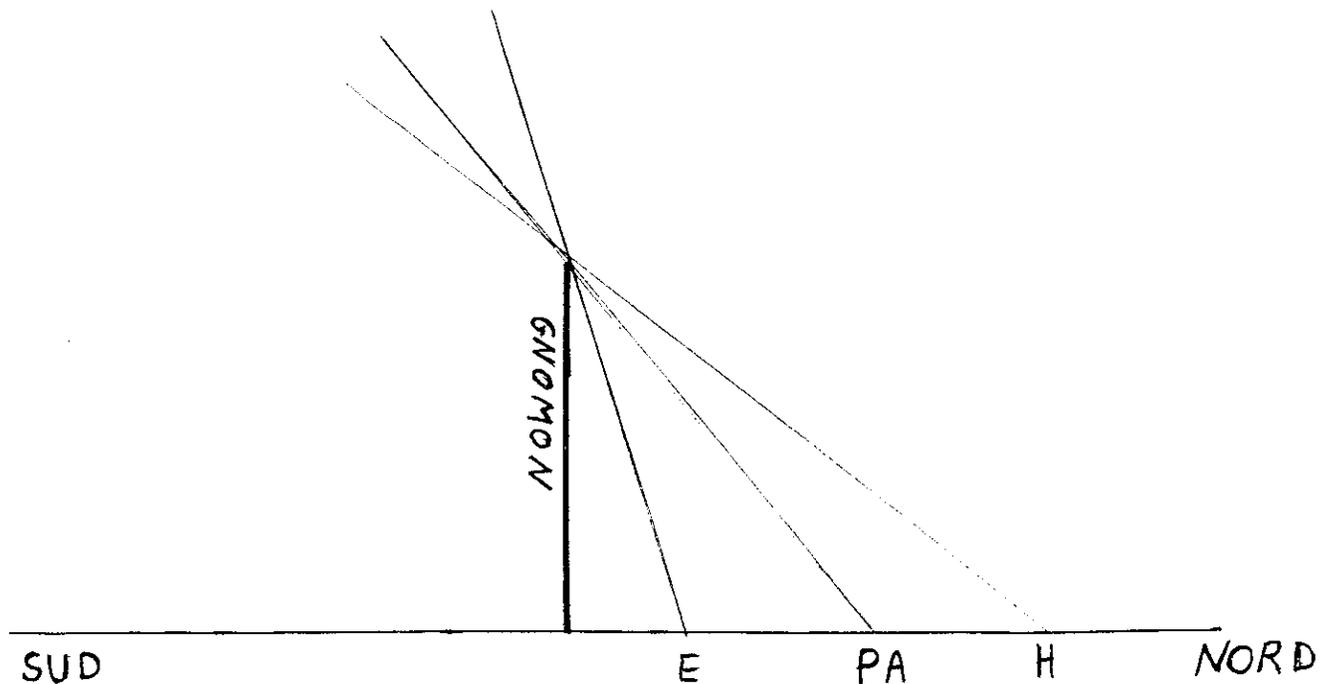


Les angles (A) des directions extrêmes, par rapport à la ligne est-ouest, sont égaux. Le Soleil se lève exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest seulement les jours d'équinoxe : en automne (23 septembre) ou au printemps (20 ou 21 mars). On remarque que le temps mis par le Soleil pour le retour à un même point extrême (été à été par exemple) est d'environ 365 jours. Si l'on fait des observations pendant plusieurs années, on constate que ce temps est d'environ 365,25 jours(l'an). La valeur de l'angle (A) des directions extrêmes (été, hiver) par rapport à la ligne est-ouest est d'environ 37° pour Paris.

On a écrit, avec des fleurs, les mots E, PA et H dans les directions du lever et du coucher du Soleil en été, printemps/automne et hiver. On a planté, sur chaque ligne, des végétaux qui fleurissent pendant la saison correspondante.

### 3. DETERMINATION DES SAISONS PAR L'OMBRE A MIDI SOLAIRE

En été, à midi solaire (midi vrai local), l'ombre du gnomon (dans la direction nord) est plus petite qu'en hiver, à midi solaire, puisque le Soleil est plus haut (dans la direction sud) par rapport à la ligne d'horizon. En automne et au printemps, elle occupe une position entre ces deux points extrêmes. Ainsi à midi solaire, on peut déterminer les jours du début de chacune des quatre saisons de l'année. On remarque encore que le temps mis par l'ombre du gnomon pour revenir à la même longueur minimale dans la direction nord-sud (donc été à été) est d'environ 365 jours et si l'on fait les observations pendant plusieurs années, on constate que ce temps est d'environ 365,25 jours(l'an). (fig.2)



A Paris, la hauteur du Soleil, à midi solaire, pour chaque début de saison est :

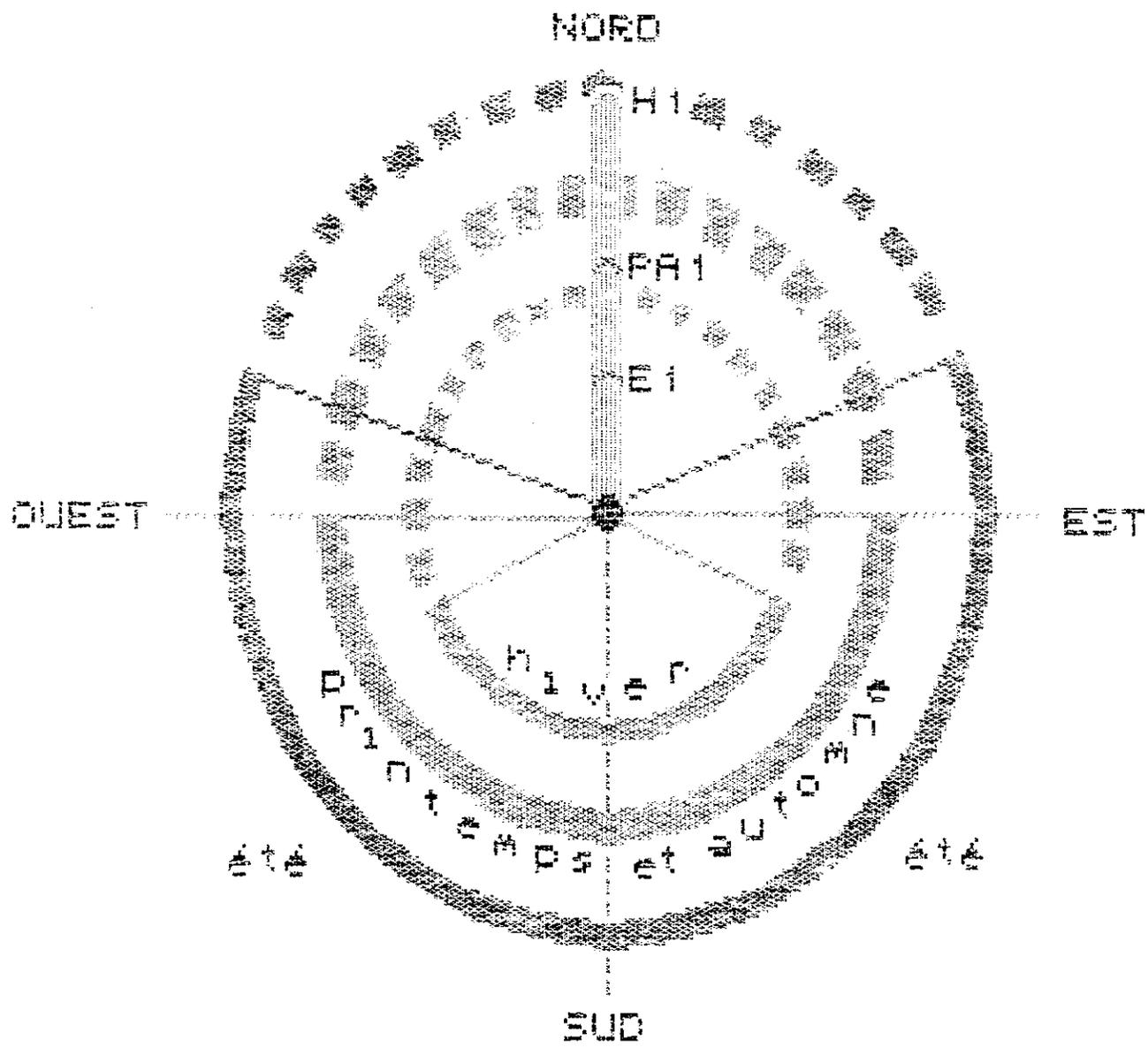
Printemps (20/03/1994) : 41°10'                      Eté (20/06/1994) : 64°37'

Automne (23/09/1994) : 41°10'                      Hiver (22/12/1994) : 17°43'

Si on considère un gnomon de deux mètres de hauteur, la longueur de l'ombre au début de chaque saison sera :

Printemps : 2,29 m ; Eté : 0,95 m ; Automne : 2,29 m ; Hiver : 6,26 m

Sur la ligne nord-sud, on a planté des plantes qui fleurissent toute l'année mais aux points de cette ligne où l'ombre arrive lors du midi solaire on a écrit E, PA et H avec des fleurs de la saison correspondante.



#### 4. DETERMINATION DE LA DUREE DU JOUR SELON LES SAISONS DE L'ANNEE

Pour matérialiser la durée des jours selon la saison de l'année, on a construit des arcs liant les points atteints par l'ombre du gnomon du lever au coucher du Soleil en passant par le sud. En observant ces arcs on remarque que l'arc de l'été est le plus grand, celui de l'hiver le plus petit et que l'arc correspondant aux équinoxes est entre les deux.

Aux équinoxes de printemps et d'automne, l'arc marquant la durée du jour est égal à 180°. En hiver, l'arc de la durée du jour est plus petit que 180°, en été il est plus grand. Ainsi parvient-on à comprendre pourquoi la durée du jour (durée pendant laquelle le Soleil est au-dessus de l'horizon) est plus grande en été qu'en hiver et pourquoi la durée du jour aux équinoxes est la même et très voisine de 12 heures.

A Paris, les heures de lever et de coucher du Soleil aux solstices et aux équinoxes sont

		<u>durée du jour</u>
Printemps (20/03/1994) :	06h 56min - 19h 02min	12h 06min
Eté (20/06/1994) :	05h 49min - 21h 56min	16h 07min
Automne (23/09/1994) :	07h 39min - 19h 46min	12h 07min
Hiver (22/12/1994) :	08h 43min - 16h 55min	08h 12min

Dans chaque arc, on a planté des fleurs de la saison correspondante.

#### CONCLUSION

Grâce au jardin astronomique, les promeneurs apprennent à reconnaître, en observant le mouvement du Soleil, comment les anciens peuples établissaient leurs calendriers et obtenaient, avec une très bonne précision, les quatre points cardinaux, comme à Stonehenge et à Carnac (archéoastronomie). Ils apprennent aussi à reconnaître, dans la pratique quelques espèces du règne végétal et observent les plantes qui fleurissent selon la durée de l'ensoleillement (photopériodisme).

Le jardin astronomique que nous avons construit à Guarapuava est seulement un prototype de 36 m<sup>2</sup>. Cependant, nous sommes surpris par le nombre de visiteurs (élèves, professeurs et personnes de la communauté) venus le visiter et par le nombre de personnes qui nous ont demandé des renseignements astronomiques pour construire un jardin semblable. Nous avons ainsi été encouragés à poursuivre cette activité.