## ALGUNAS NOCIONES GENERALES DE ASTRONOMÍA

***Para comprender mejor cómo la orientación de los emplazamientos megalíticos puede corresponder a las direcciones de las salidas o puestas del Sol, de la Luna o de cualquier otro astro, es necesario recordar algunas nociones básicas de astronomía.***

***Tras definir la latitud geográfica de un lugar, la declinación de un astro, y el plano y el polo de la eclíptica, describiremos de una manera sencilla los movimientos del Sol y la Luna vistos desde la Tierra.***

***Para no hacer demasiado ardua la lectura de este capítulo hemos evitado las consideraciones matemáticas y nos hemos limitado a no exponer sino lo que cualquier persona puede descubrir observando los cursos del Sol y la Luna. No hemos creído útil recordar las declinaciones correspondientes a las posiciones solsticiales de salidas y puestas de Sol. En la práctica, basta con retener la geometría de las salidas y puestas de Sol para comprender las orientaciones más notables de los emplazamientos megalíticos.***

Apartados:

1. Definiciones de algunos términos utilizados en Astronomía.
2. Direcciones en la observación de las salidas y puestas del Sol.
3. Aproximaciones en la observación de las salidas y puestas del Sol.
4. Direcciones en la observación de las salidas y ocasos de la Luna.

Geometría Tradicional "Raymond Montecy"

## 1. DEFINICIONES DE ALGUNOS TÉRMINOS UTILIZADOS EN ASTRONOMÍA.

· <u>Latitud de un lugar geográfico:</u> El valor del ángulo λ formado por el plano del ecuador y el radio de la esfera terrestre que pasa por un punto **M** es, por definición, la latitud de **M**.

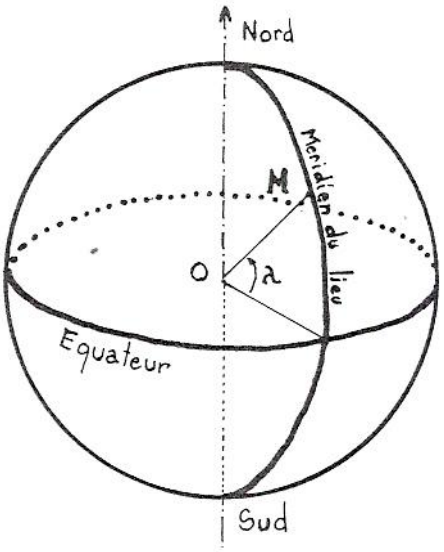


**Fig. 1**. *Latitud λ de un lugar geográfico* **M**.

· <u>Declinación de un astro:</u> El valor del ángulo **D** formado por el plano del ecuador y la prolongación del radio de la esfera terrestre que pasa por el astro **A**, es, por definición, la declinación de ese astro.

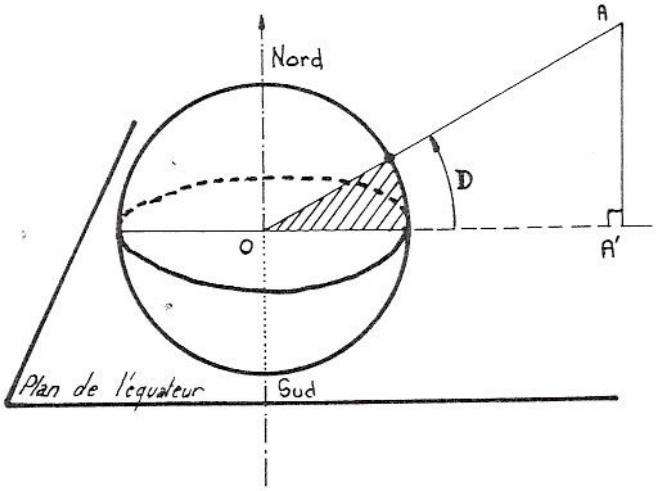


**Fig. 2**. *Declinación de un astro:* **D** *declinación del astro* **A**; **A'** *proyección ortogonal de* **A** *sobre el plano del ecuador. La recta* **AA'** *es paralela al eje Norte-Sur.*

Geomá Tradicional "Ond Montercy"

· Movimiento de la Tierra alrededor del Sol: La Tierra tarda un año en dar la vuelta al Sol siguiendo una trayectoria prácticamente circular. El plano que contiene esta trayectoria se llama *Plano de la Eclíptica.*

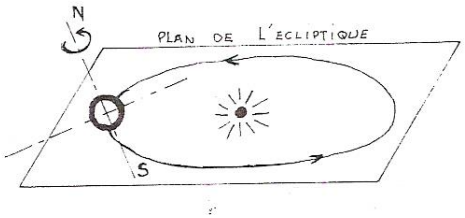


**Fig. 3**. *Plano de la Eclíptica.*

· Polo de la Eclíptica: Es el punto donde la recta Δ, perpendicular al Plano de la Eclíptica, corta la bóveda celeste. El eje de rotación **R** de la Tierra no es paralelo a esta recta. El ángulo **E**, formado por las rectas Δ y **R**, se llama *Oblicuidad de la Eclíptica.*

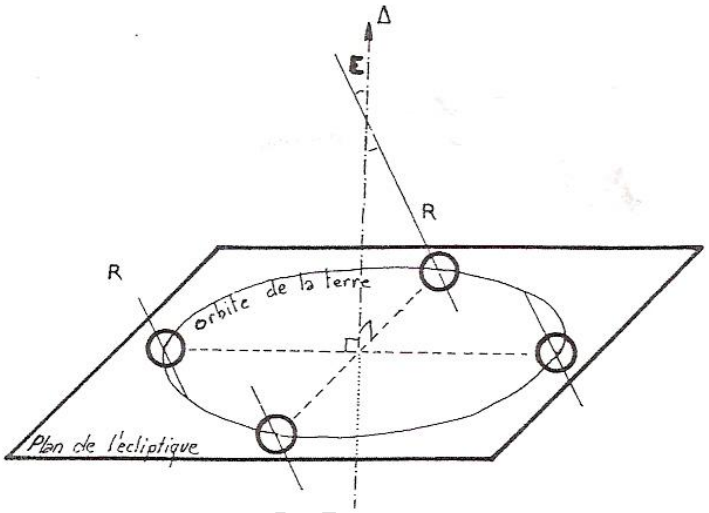


**Fig. 4**. *Polo de la Eclíptica.*

El eje **R** es paralelo a sí mismo mientras la Tierra recorre su órbita alrededor del Sol. La oblicuidad de la eclíptica varía en miles de años: en aproximadamente 26.000 años el eje de la Tierra describe un cono alrededor del eje Δ **(fig. 5)**. Este fenómeno tiene su origen en la Precesión de los Equinoccios. Su amplitud varía ligeramente en el transcurso del tiempo: así en el 2000 a.J.C., el ángulo **E** era de aproximadamente 23º 56', mientras que actualmente es de 23º 27'.

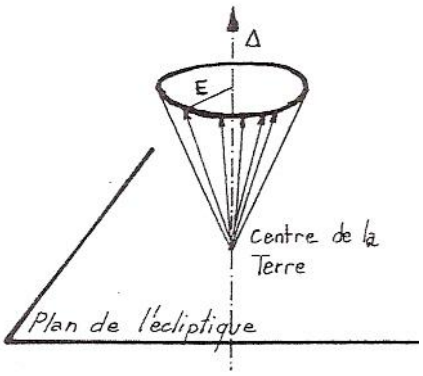


**Fig. 5**. *Cono descrito por el eje de rotación de la Tierra.*

Geometría Tracional Montercy"

## 2. DIRECCIONES EN LA OBSERVACIÓN DE LAS SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL.

Una persona situada en un lugar percibe ciertas direcciones observando el curso de un astro. En general, el *Acimut* define el ángulo formado por la dirección observada y el meridiano del lugar (Norte-Sur) **(fig. 6)**, pero es más característico transportar este ángulo al eje Este-Oeste **(fig. 7)**.

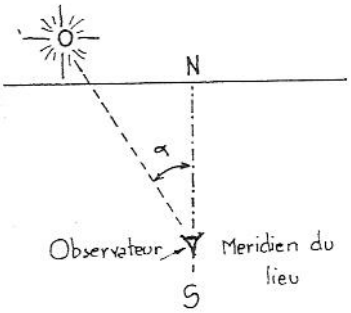


**Fig. 6**. *El ángulo $\alpha$ es el Acimut del astro.*

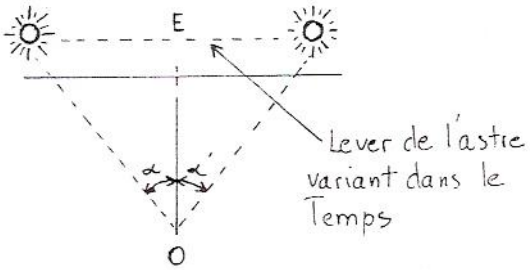


**Fig. 7**. *Variación en el tiempo de la salida del astro.*

Las mediciones de las direcciones de las salidas y puestas del Sol (y de la Luna) son simétricas.

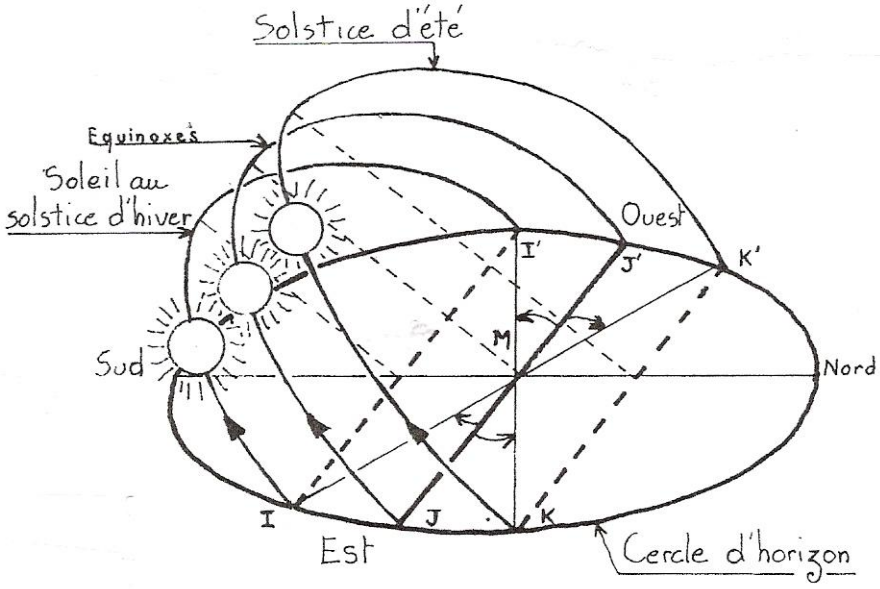


**Fig. 8**. *Simetría de las mediciones de las direcciones de salidas y puestas solares.*

Para un punto geográfico **M** situado entre nuestras latitudes, la **fig. 9** nos da la trayectoria del Sol por encima del círculo del horizonte.

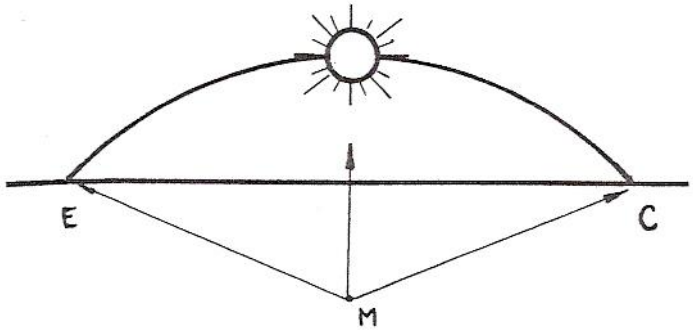


**Fig. 9**. *Trayectoria aparente del Sol sobre el horizonte.*

La figura siguiente **(fig. 10)** da de manera explícita las posiciones del Sol en el solsticio de invierno, los equinoccios de primavera y otoño y el solsticio de verano, utilizando las direcciones características.

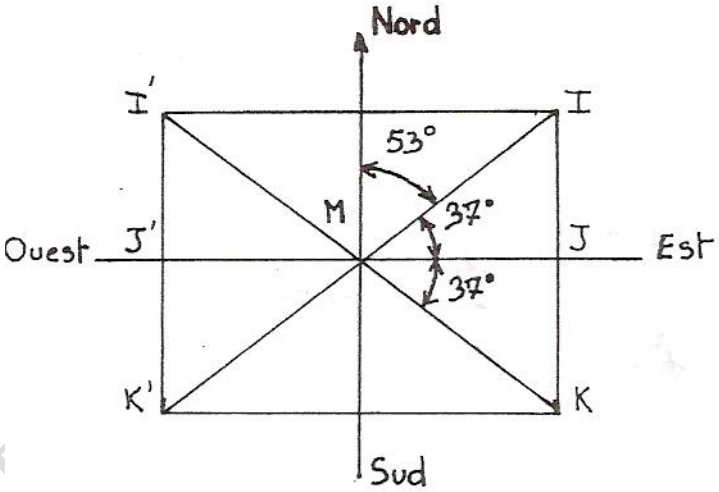


**Fig. 10**. *Direcciones de salidas y puestas de Sol, siendo:*

***MI*** *y* ***MI'****, respectivamente, las direcciones de la salida y la puesta del Sol en el solsticio de verano;*
***MJ*** *y* ***MJ'****, respectivamente, las direcciones de la salida y la puesta del Sol en los equinoccios;*
***MK*** *y* ***MK'****, respectivamente, las direcciones de la salida y la puesta del Sol en el solsticio de invierno.*

*(El valor de los ángulos lo es en la latitud de la zona de Carnac y Locmariaquer).*

La simetría de las direcciones respecto a los ejes Norte-Sur y Este-Oeste se constata por la igualdad de sus ángulos en el transcurso del tiempo. Así, en el solsticio, el ángulo de la dirección de la salida del Sol es igual al de su puesta. Igualmente, entre los dos solsticios la trayectoria aparente tiene su posición intermedia en la dirección de los equinoccios, y los ángulos de las posiciones extremas son también iguales. La figura I-I'-K-K' es el *rectángulo solsticial*.

Geometría ... vmond Montercy"

## 3. APROXIMACIONES EN LA OBSERVACIÓN DE LAS SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL.

Para un lugar geográfico dado –latitud definida- la observación de la salida o puesta del Sol está sujeta a las siguientes aproximaciones: altura del relieve, refracción atmosférica y elección de una referencia en el disco solar.

En nuestro hemisferio, la refracción atmosférica aumenta 1º hacia el Norte de la dirección observada. Los tres puntos de referencia posibles en el disco solar –borde superior, borde inferior o centro- dan también una diferencia de más o menos 0º 4'.

La **figura 11** ilustra los resultados del cálculo aproximado de las salidas del Sol en los equinoccios y solsticios para una latitud de 47º 35' (zona de Carnac y Locmariaquer), que da un ángulo solsticial de 37º en el 2000 a.J.C.

Los valores utilizados son: la oblicuidad de la eclíptica (23º 56' en el 2000 a.J.C.), la latitud del lugar (47º 35'), una refracción atmosférica media y un relieve llano.

Representamos cuatro direcciones en cada caso: tres valores referidos al borde superior (s), al borde inferior (I) y al centro del disco solar (-*medio*- M), y el valor teórico aproximado.

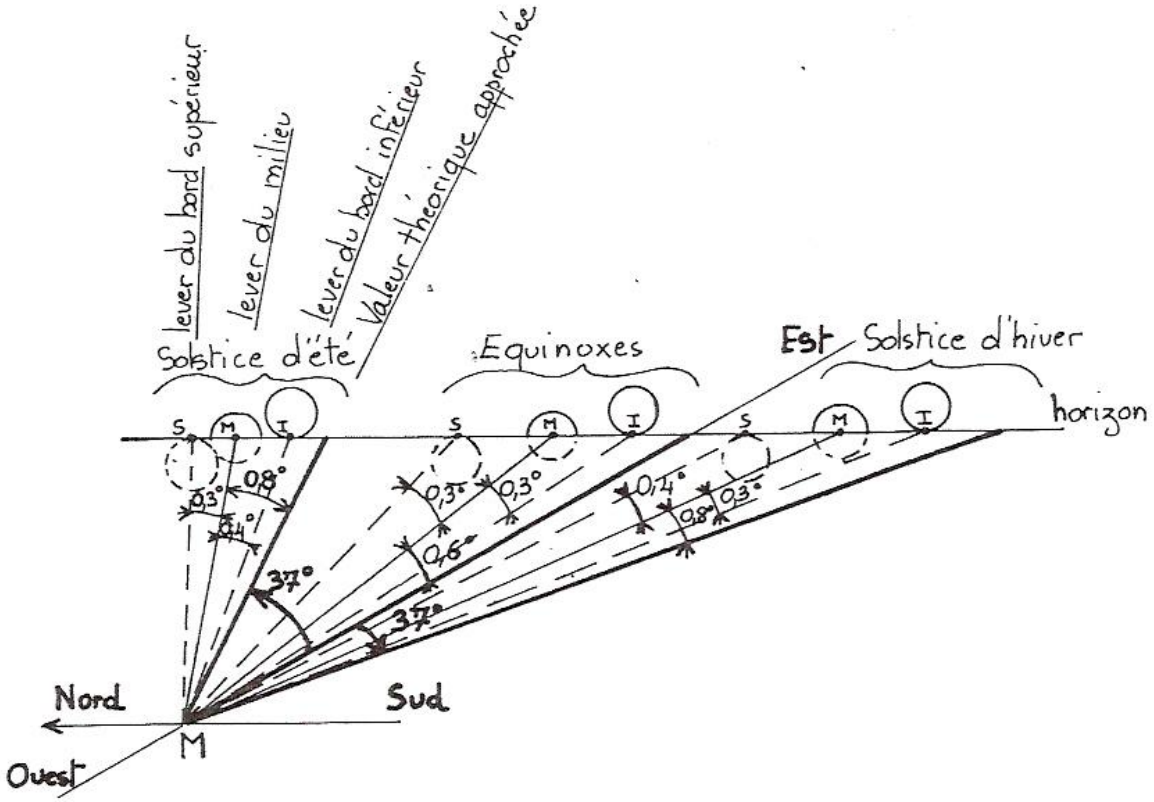


**Fig. 11**. Direcciones de salidas y puestas solares en la latitud 47º 35' y en el 2000 a.J.C. Los valores de los ángulos se han exagerado.

Geom "Armand Montero"

## 4. DIRECCIONES EN LA OBSERVACIÓN DE LAS SALIDAS Y OCASOS DE LA LUNA.

Las fases de la luna hacen que sea más ardua la observación de las salidas y ocasos lunares, pues la parte observable cambia con el transcurso del tiempo: la luna llena, visible durante la noche, es un disco completo; la forma creciente se ve de noche y de día; la luna nueva, prácticamente invisible, es la época en la que es posible un eclipse de Sol.

Supondremos que el disco lunar es siempre visible, y, sin tener en cuenta las fases lunares, imaginemos un observador situado cara al Norte: verá la Luna elevarse por el Este y ocultarse por el Oeste. Las sucesivas direcciones de las salidas evolucionan regularmente en un período de 27 días aproximadamente. Durante este período, el observador, situado en el punto M **(fig. 12)**, ve como la salida de la luna recorre, ida y vuelta, el sector **Io**-**Ko**.

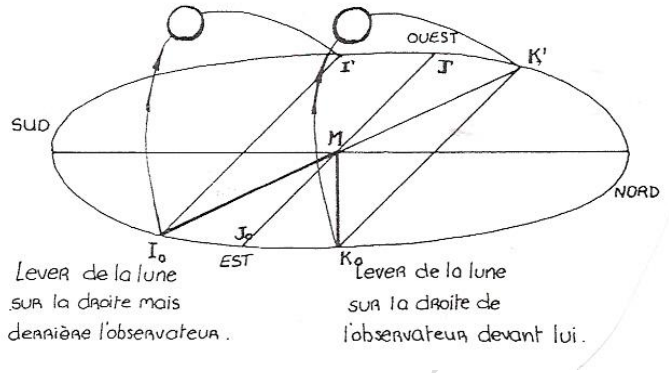


**Fig. 12**. *Salidas lunares.* ***Io*** *salida de la Luna a la derecha pero detrás del observador,* ***Ko****, salida de la Luna a la derecha del observador y delante de él.*

Al contrario que el Sol, cuyas direcciones solsticiales **MI** y **MK (fig. 13)** no cambian de un año a otro, en el caso de la Luna el observador constata un desplazamiento del sector **Io**-**Ko** hasta un límite extremo **I1**-**K1**, que alcanza en 9,3 años. Como la vuelta a la posición de partida también dura 9,3 años, recorre el ciclo completo en 18,6 años. Las direcciones de los ocasos lunares son simétricas a las direcciones de salidas con relación al eje Norte-Sur.

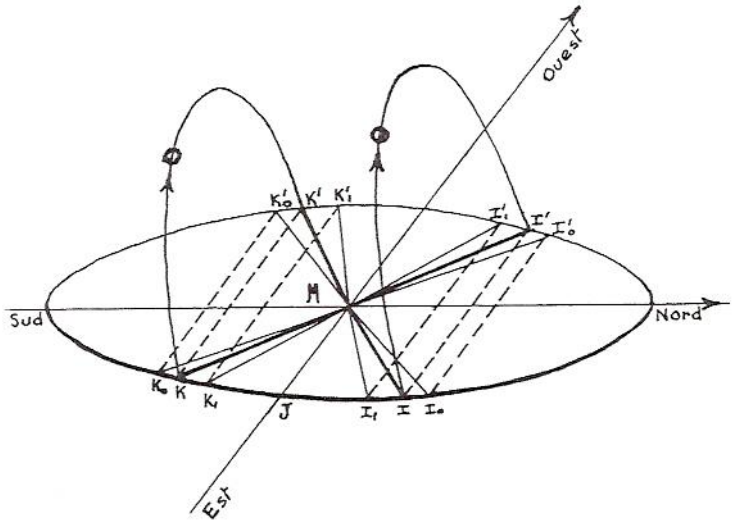


**Fig. 13**. *Los dos rectángulos superpuestos de las direcciones lunares.*

Geometría T Nacional d Morelia"

En el rectángulo solsticial corresponden a la luna dos rectángulos superpuestos, el **Io-Ko**, **Io'-Ko'**, y el **I1-K1**, **I1'-K1'**.

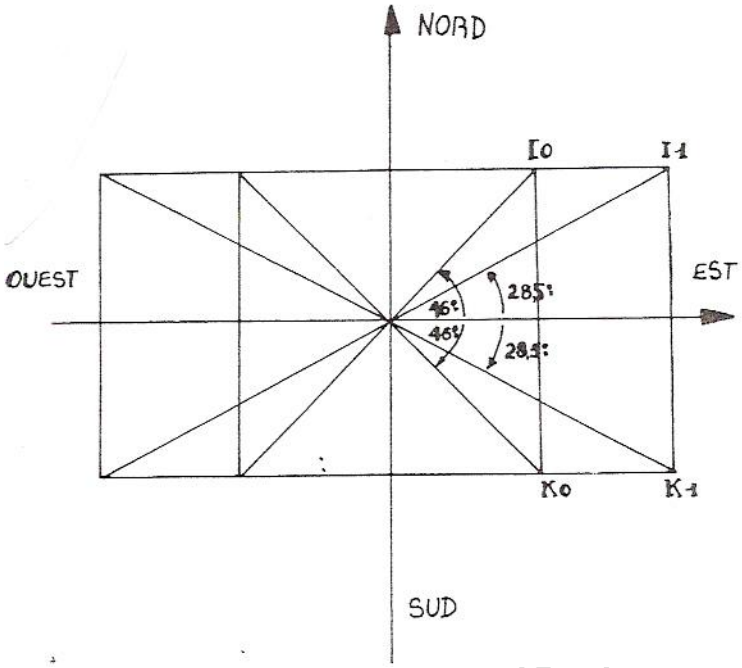


**Fig. 14**. *Los dos rectángulos lunares superpuestos.*

Esta tabla da las direcciones de las salidas (u ocasos) lunares para un lugar en la latitud 47º 34', y oblicuidad de la eclíptica en el 2000 a.J.C. (Ver los elementos de cálculo aproximado de la **fig. 11**).

| | Direction $MI_0$ | Direction $MI_1$ | Direction $MK_1$ | Direction $MK_0$ |
|---|---|---|---|---|
| Bord supérieur du disque lunaire | 46°,2 | 28°,1 | 28°,4 | 46°,5 |
| Milieu du disque lunaire | 45°,8 | 27°,8 | 28°,7 | 46°,9 |
| Bord inférieur du disque lunaire | 45°,4 | 27°,5 | 29°,1 | 47°,4 |

A. Deconche.

**ASTRONOMÍA MEGALÍTICA.**

## 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA A LA ASTRONOMÍA MEGALÍTICA.

Los monumentos megalíticos parecen estar construidos, a primera vista, según principios geométricos groseros, sin relación entre ellos, ni con los astros que gobiernan nuestra vida, como el Sol y la Luna. Sin embargo, algunos investigadores perseveraron en intentar relacionar estos monumentos con un sistema astronómico.

En 1874, H. de Cleuziou sugirió que los alineamientos de Carnac estaban orientados según las direcciones solares en los solsticios y en los equinoccios. Esta teoría fue retomada y mejorada por F. Gaillard y Sir Norman Lockyer, entre otros, que ampliaron estas observaciones a otros numerosos emplazamientos megalíticos bretones. René Merlet, por el contrario, limitó sus investigaciones al Golfo de Morbihan y llegó muy lejos en este terreno: en efecto, pudo relacionar la posición de numerosos emplazamientos –menhires aislados, túmulos, cromlechs…- con líneas solsticiales y equinocciales.

Fue también a principios del siglo XX cuando comenzaron a aparecer las primeras estimaciones sobre “unidades de medida” megalíticas, así como hipótesis sobre el empleo del triángulo rectángulo 3-4-5. René Kerviler, entre otros, se interesó por estos problemas.

Los trabajos que relacionaron la geometría, las unidades de medida y la orientación de los emplazamientos megalíticos se deben a G. Charrière y Alexander Thom. De 1961 a 1965 Charrière publicó los resultados de sus investigaciones sobre las orientaciones de los mayores alineamientos de la región de Carnac: *Le Ménec, Le Petit Ménec, Kerlescan* y *Erdeven*. El profesor Thom no comenzó el estudio de estos emplazamientos hasta 1970, determinando principalmente su construcción geométrica. También constató, en particular, que la *yarda megalítica* utilizada en Gran Bretaña parecía idéntica a la unidad de medida utilizada en Carnac.

## 2. LAS ORIENTACIONES MEGALÍTICAS.

### 2.1. La orientación de los emplazamientos megalíticos según G. Charrière:

Numerosos estudios han intentado abordar el problema de la orientación de los emplazamientos megalíticos relacionándolos con las salidas y puestas del Sol. Pero si las coincidencias con las posiciones más importantes del Sol, en los solsticios y equinoccios, pueden establecerse fácilmente y de manera evidente, muchas otras no obedecen a esta norma y son el resultado de relaciones más complejas. El mérito de Charrière fue el de haber pensado en buscar también las posibles relaciones con un calendario lunar. Detectó además en ciertos emplazamientos diversas orientaciones que a primera vista resultaban incoherentes pero que, de hecho, establecían las correspondencias entre el calendario solar y el calendario lunar.

Geometría Tradicional "Raymond Monteiro"

***Las orientaciones solares.***

Todo emplazamiento de este tipo se relaciona con lo que nosotros hemos llamado un rectángulo solsticial. El valor de sus ángulos de referencia ha variado poco desde el neolítico hasta nuestros días: el ejemplo más sorprendente se encuentra en el recinto de Crucuno, cerca de Carnac, que reproduce exactamente un rectángulo solsticial **(fig. 1)**.

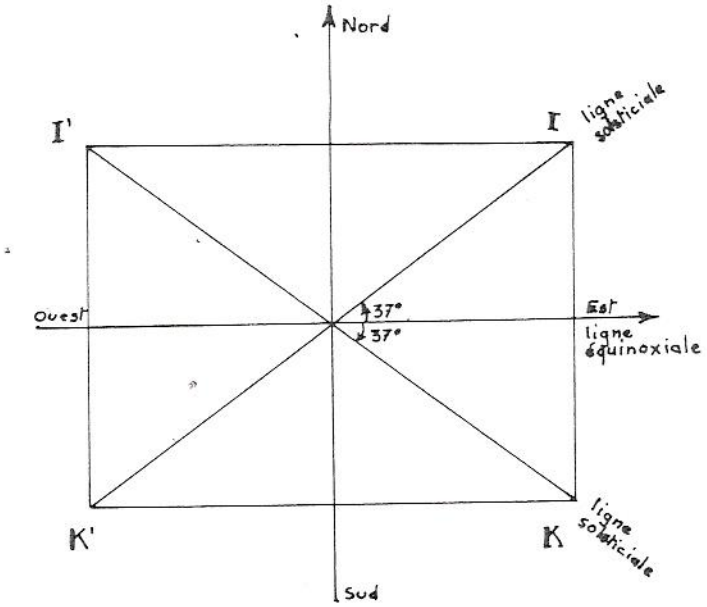


**Fig. 1**. *El cuadrilátero de Crucuno (22 bloques de piedra en 17 m x 13 m).*

***Las orientaciones lunares.***

Todos los emplazamientos de este tipo están relacionados con las posiciones extremas de la Luna, determinadas por las ocho posiciones definidas que se derivan de la inclinación de la órbita de la Luna (alrededor de 5º en más o menos) sobre el plano de la órbita terrestre (según la **fig. 14** del artículo anterior).

Charrière constató la correspondencia entre las orientaciones extremas (46º en más o menos en el 2000 a.J.C.) y los ejes Noreste, Sureste, Suroeste y Noroeste de la “Rosa de los Vientos”. Esta constatación es interesante pues, al igual que el Sol en esta latitud hace aparecer un rectángulo solsticial de propiedades geométricas bien definidas -como veremos más adelante-, la Luna, en esta misma latitud, hace aparecer un cuadrado. Esta segunda coincidencia entre Astronomía y Geometría confirma la elección de Bretaña como un importante centro espiritual, un hecho que no escapó a G. Charrière.

Geometría Tradicional "Montercy"

Dos son los tipos de orientaciones lunares que Charrière encontró con más frecuencia:

El primer tipo correspondía a un rectángulo cuyas diagonales forman un ángulo de 46º con el eje Este-Oeste, como en los alineamientos de *Le Petit Ménec* cerca de Carnac. Tienen un acimut de 41º, pero si tenemos en cuenta el relieve del terreno, que adelanta los ocasos, y la anchura del disco lunar, llegamos a un acimut de 43º, lo que nos da 47º en relación al eje Este-Oeste, que es el valor teórico de la orientación lunar.

El segundo tipo corresponde a un rectángulo cuyas diagonales forman un ángulo de 28º en relación al eje Este-Oeste, lo que no parecía tener nada de particular (ver **fig. 14** del capítulo anterior). Algunos lo atribuyeron a los acimuts de las posiciones intermedias del Sol entre los solsticios y los equinoccios, pero, de hecho, había un error de 4º. Charrière tuvo el mérito de iniciar una aproximación a un segundo tipo de orientaciones lunares importantes.

***Las orientaciones solilunares.***

Los emplazamientos de este tipo están en función de un cómputo que busca adaptar el año solar a las lunaciones. Para este tipo de orientación se impone la precaución, pues la movilidad del cómputo no permite establecer las características de un acimut particular. En efecto, tomemos como ejemplo la celebración de la Semana Santa: puede variar entre los límites de toda una lunación, y cualquier orientación que dependiera de ella estaría fluctuando entre varios puntos del horizonte.

Los alineamientos de *Kerlescan* forman parte de estos emplazamientos de orientación solilunar: están constituidos por 13 líneas no paralelas, pero en un ángulo de 16º. Charrière se dio cuenta de que está distancia de 16º correspondía a la variación del acimut de la salida del Sol durante 29 días, es decir, la duración exacta de una lunación con algunos decimales de error.

## 2.2. Megalitismo, Astronomía y Geometría según el Profesor Alexander Thom:

Antes de emprender su importante trabajo de investigación sobre los emplazamientos megalíticos de la región de Carnac, el profesor Alexander Thom consagró numerosos años al estudio de unos trescientos emplazamientos megalíticos en Gran Bretaña. Sus trabajos pueden agruparse en dos grandes categorías: la búsqueda de relaciones posibles con las posiciones de salidas y puestas del Sol, de la Luna o de ciertas estrellas y estudios geométricos de los recintos de forma oval asociados a la determinación estadística de una (o varias) unidad(es) de medida empleada(s) por los constructores megalíticos.

***Recintos de formas ovales. Unidad de medida.***

La mayoría de los *cromlechs*, círculos de piedra más o menos circulares, obedecen a un esquema director muy preciso y corresponden a dos modos de construcciones geométricas ovales. A. Thom distingue entre recintos de tipo I **(fig. 2)** y tipo II **(fig. 3)**.

Geometría Tradicional "Raymond Mercier"

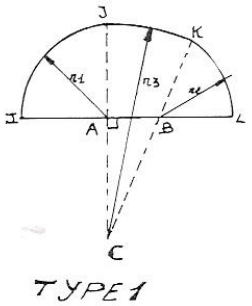


**Fig. 2**. *Recinto de tipo I:*

***IJ*** *es un cuarto de círculo con centro en* ***A*** *y radio* ***r1****,*
***KL*** *es un arco con centro en* ***B*** *y radio* ***r2****,*
***JK*** *es un arco con centro en* ***C*** *y radio* ***r3****.*

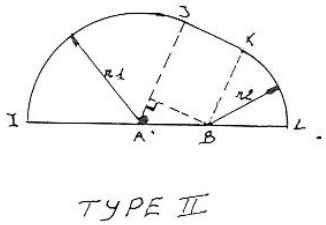


**Fig. 3**. *Recinto de tipo II:*

***IJ*** *es un arco con centro en* ***A*** *y radio* ***r1****,*
***KL*** *es un arco con centro en* ***B*** *y radio* ***r2****,*
***JK*** *es un segmento de recta.*

Numerosas mediciones permitieron al profesor Thom determinar una unidad de longitud empleada por los constructores de estos emplazamientos megalíticos. Esta unidad, obtenida estadísticamente, mide aproximadamente 0,829 metros y recibió el nombre de *yarda megalítica*. Otra unidad frecuentemente empleada es la *toesa* megalítica (2,5 yardas megalíticas). Las distintas longitudes que intervienen en estos recintos ovales (**AB**, **BC**, **CJ**, **r1**, **r2**, **r3**…) están en números enteros de yardas megalíticas. Además el profesor Thom demostró que los perímetros de estos recintos ovales eran múltiplos de 10 yardas megalíticas. En estas estructuras encontramos como sus constructores conocían, por ejemplo, triángulos rectángulos de lados en números enteros, como el de tipo 3-4-5, mucho antes que Pitágoras.

***Hipótesis del profesor Thom sobre los alineamientos de la región de Carnac.***

Para el estudio de los alineamientos de Carnac el profesor Thom tuvo el mérito de establecer planos precisos de los conjuntos megalíticos de la región, lo que le permitió afinar la medida de la yarda megalítica. Examinó los alineamientos de *Le Ménec*, *Kermario* y *Kerlescan*, así como los recintos cercanos a estos alineamientos, llegando a reencontrar los métodos geométricos de construcción de dichos recintos, a pesar del mal estado de conservación de algunos de ellos, pues faltaban piedras, y otras estaban caídas o no estaban en su lugar original.

El profesor Thom había trabajado ya en Gran Bretaña sobre las relaciones que podían existir entre las principales orientaciones de los conjuntos megalíticos y los movimientos cósmicos, como los ortos y ocasos de estrellas particulares, el Sol o la Luna. El ejemplo más célebre es sin duda Stonehenge, donde el eje principal del monumento está orientado hacia la salida del Sol del solsticio de verano. Thom supuso que un gran número de conjuntos megalíticos eran observatorios muy elaborados y viajó a Francia con esta idea.

A partir de su amplia experiencia, Thom llegó a la conclusión de que Carnac era el conjunto lunar más importante que existía hasta entonces en Europa, y emitió la hipótesis de

Geometría Tradicional "Raymond Montercy"

que el observatorio astronómico tenía su centro en el gran menhir partido de *Er Groah*, cerca de Locmariaquer. En efecto, en origen, este menhir debió ser visible desde muy lejos, y pudo servir de referencia para las observaciones lunares. La puesta en marcha de un observatorio semejante necesitó cientos de años de observaciones y Thom concluyó que otro observatorio, más primitivo que el de Carnac debió servir de maqueta para estudiar el curso de la luna a través del cielo. Según Thom los alineamientos de Carnac asociados al gran menhir de *Er Groah* servían para predecir los eclipses de luna, mediante interpolaciones muy elaboradas, a partir de observaciones durante tres noches.

La siguiente figura muestra como se sitúan *Er Groah* y otros lugares en relación a las direcciones notables de las salidas y ocasos lunares definidos en el capítulo anterior.

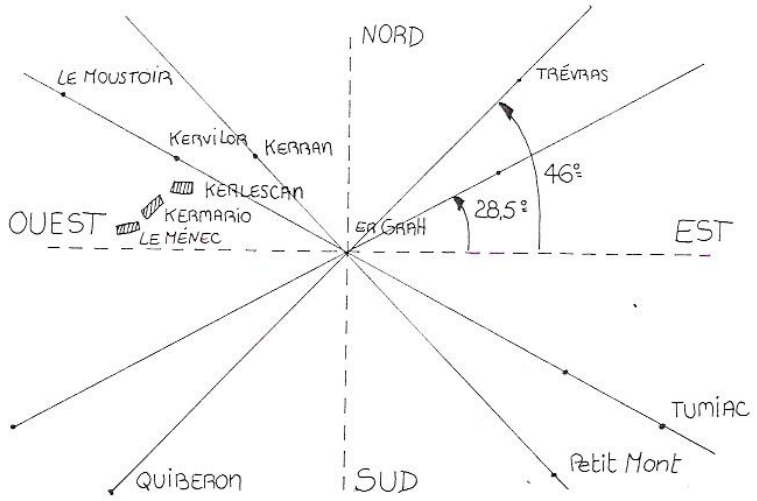


**Fig. 4**. *Situación del conjunto de Locmariaquer.*

Geometría Tradicional - Montercy"