

Les diagrammes solaires

Rédaction : Jean Cassanet, membre de la SMF-Météo et Climat

Les diagrammes solaires sont des représentations graphiques des observations de hauteur et d'azimut solaires effectuées en un lieu. Le diagramme le plus simple représente la trajectoire apparente du soleil vue d'un observateur terrestre, par report direct sur un plan de la hauteur en fonction de l'azimut.

On sait que l'ensoleillement est un facteur important du climat. Dans la vie quotidienne, on peut, selon les circonstances, soit chercher à en tirer parti, soit vouloir s'en protéger. Tous ceux qui s'intéressent à cette question, par exemple à propos de l'habitat bioclimatique ou de l'installation de panneaux photovoltaïques, peuvent souhaiter connaître (hors contraintes météorologiques telles que la couverture nuageuse ou les précipitations diverses) les conditions d'exposition au rayonnement solaire d'un site particulier en fonction de la date et de l'heure.

Dans la première partie de cet article, l'accent sera mis sur la mesure de la hauteur du soleil.

Mesures

Pour un observateur situé en un lieu de la surface terrestre, le soleil décrit dans l'espace une trajectoire « apparente », telle qu'en tout instant, on peut le repérer par deux angles :

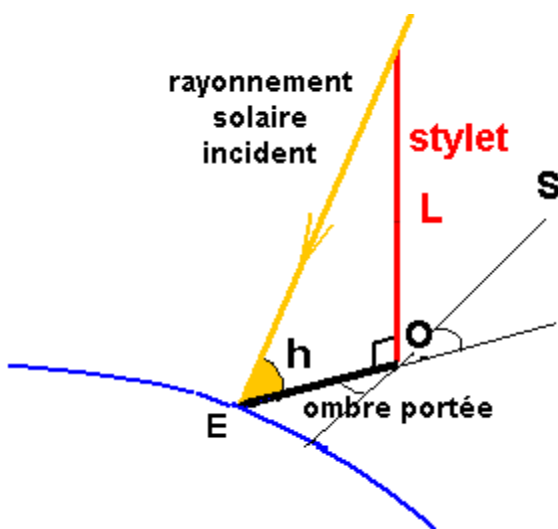
- l'azimut, compté de 0° (au sud) à 180° (au nord), négativement vers l'est et positivement vers l'ouest.
- la hauteur, qui traduit l'angle existant entre le plan horizontal au lieu d'observation et la direction observateur-soleil.

Instrumentation

Les mesures de ces grandeurs permettent d'appréhender l'exposition au rayonnement solaire et cette opération peut être réalisée avec une instrumentation simple.

Parmi les nombreux dispositifs construits au cours des siècles et témoignant de l'inventivité des astronomes, nous en retiendrons deux :

LE GNOMON



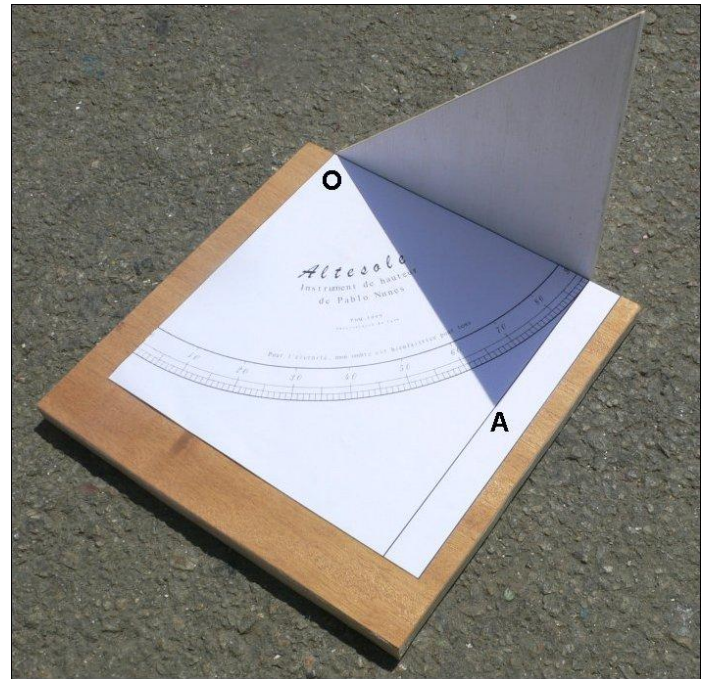
Connu depuis l'antiquité, sa notoriété est liée à sa simplicité. Il se présente sous la forme d'un stylet vertical dont on connaît la longueur L et dont il suffit de repérer au fil du temps l'ombre portée sur une surface plane et horizontale (son extrémité E décrit la courbe représentée en bleu sur le schéma). L'azimut correspond à l'angle limité par la direction de l'ombre portée OE et la direction du Sud OS. La hauteur h se calcule à partir de la mesure de OE, sachant que $\tan h = L/OE$. On peut ainsi en déduire la course du soleil au-dessus de l'horizon. Les cadrans solaires sont une application de la gnomonique.

L'ALTESOLE

Cet instrument de mesure de la hauteur du soleil conçu au XVI^{ème} siècle par un mathématicien et cosmographe portugais, Pedro Nunes, est moins connu que le gnomon, mais d'une utilisation beaucoup plus simple puisqu'il dispense de tout calcul.

Ce dispositif qui ne comporte aucune pièce en mouvement offre l'avantage d'une lecture directe de la hauteur du soleil.

Sa réalisation est très simple : un triangle rectangle isocèle est découpé dans une fine planchette que l'on assemble à angle droit avec une planche supportant un secteur angulaire gradué (*).



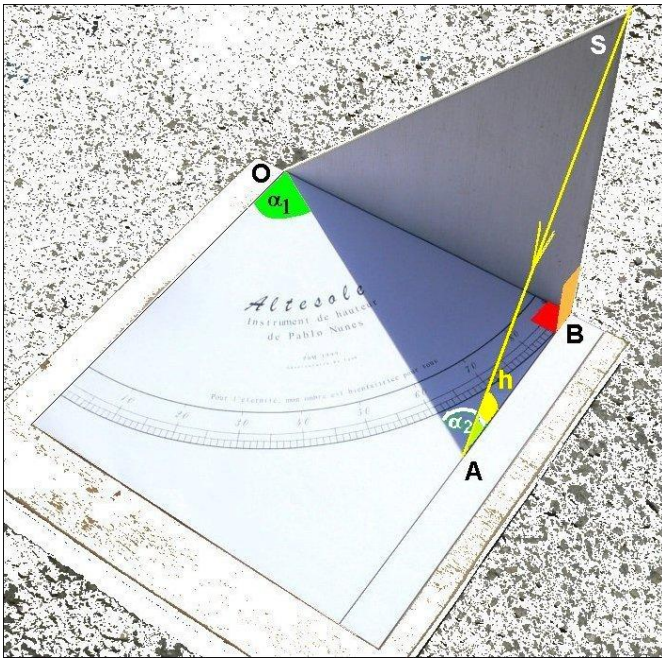
Utilisation :

Disposer l'altesole sur un plan horizontal et faire coïncider l'ombre portée du côté vertical de la planchette triangulaire avec la tangente au quart de cercle.

La limite de l'ombre, OA, permet d'obtenir par lecture directe la hauteur du soleil (ici : 61°, à 12 h, heure solaire, le 13 mai à Quiberon).

(*) Pour construire un altesole, on pourra consulter le document suivant issu de l'observatoire de Lyon (Philippe Merlin) :

http://www.obs.univ-lyon1.fr/labo/fc/cdroms/docu_astro/reperage/altesol/altesole_fiche.pdf



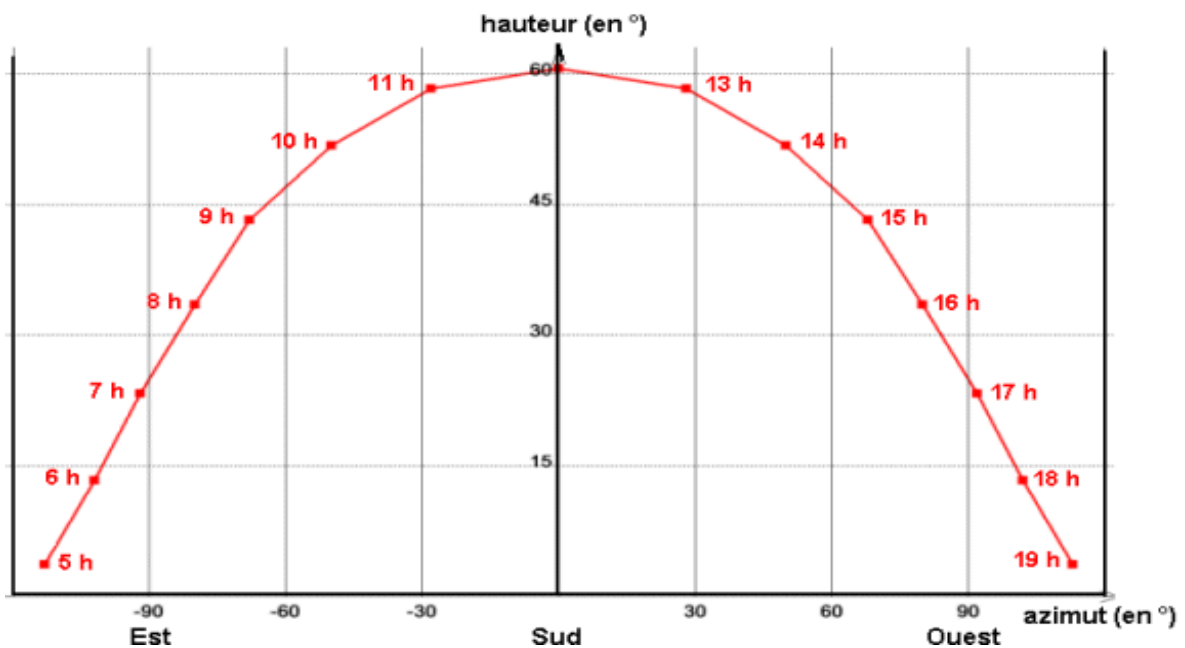
Un peu de géométrie :

Les deux triangles rectangles OBA et SBA ont un côté commun, AB. De plus, SB = OB (par construction).

Les angles h et α_2 (OÂB) sont donc égaux.

Les angles α_1 et α_2 , alternes-internes, sont égaux, et par suite, α_1 est égal à h, hauteur du soleil.

Les différentes représentations des mesures effectuées et leur utilisation pratique.

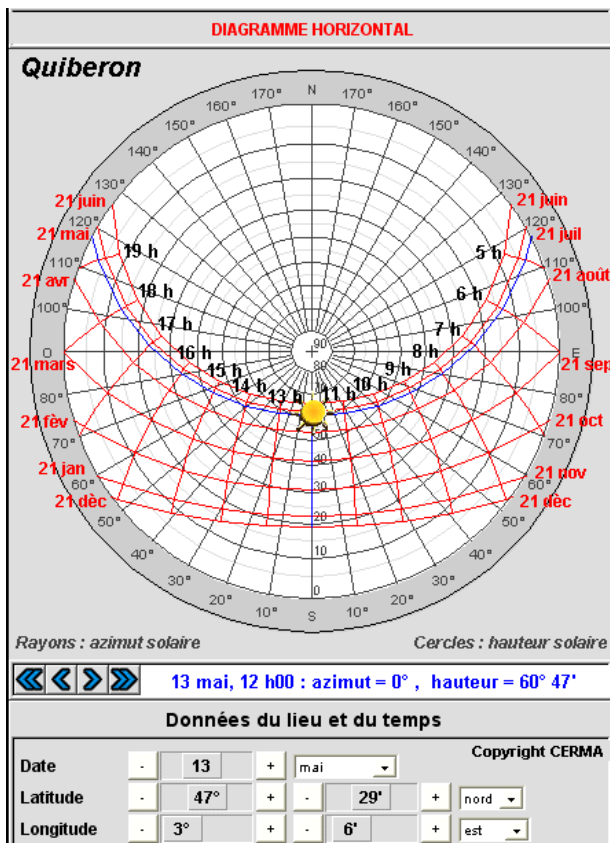


Le diagramme ci-contre représente la trajectoire apparente du soleil pour un observateur situé à Quiberon (47° 29 N, 3° 06 E), le 13 mai 2011.

Ce diagramme peut être construit à partir de mesures effectuées avec un altesole ou tout autre dispositif de mesure de hauteur du soleil.

Parmi les différents outils offerts à ceux qui souhaitent explorer le domaine de l'exposition solaire, le diagramme solaire « horizontal » est sans doute le plus intéressant, malgré une lecture a priori peu évidente.

Les exemples ci-après ont été réalisés à l'aide d'une application mise en ligne sur le site du CERMA (Centre de Recherches Méthodologiques d'architecture de l'Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes).



Utilisation d'un diagramme solaire :

L'opérateur précise tout d'abord les coordonnées du lieu d'étude, puis la date.

Le diagramme solaire qui en résulte se lit ainsi :

- Les cercles concentriques représentent la hauteur du soleil, de 0 à 90 degrés (par pas de 10°).
- L'azimut est reporté sur le cercle périphérique.
- La course du soleil à la date choisie est représentée en bleu. Elle intercepte des arcs tracés en rouge qui correspondent aux heures de la journée (heures solaires).

Ainsi, le 13 mai, pour le site choisi, le soleil s'est levé vers le nord-est un peu après 4h.

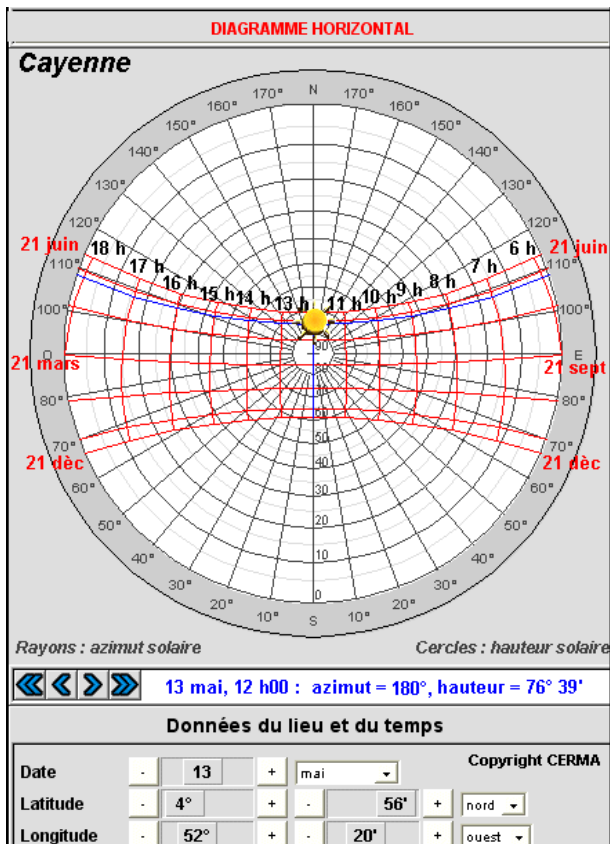
A 6h, sa hauteur était environ de 18° au-dessus de l'horizon.

A midi, sa hauteur était maximale (60° 47'), puis elle a décliné progressivement, mais à 17h, elle valait encore 27°.

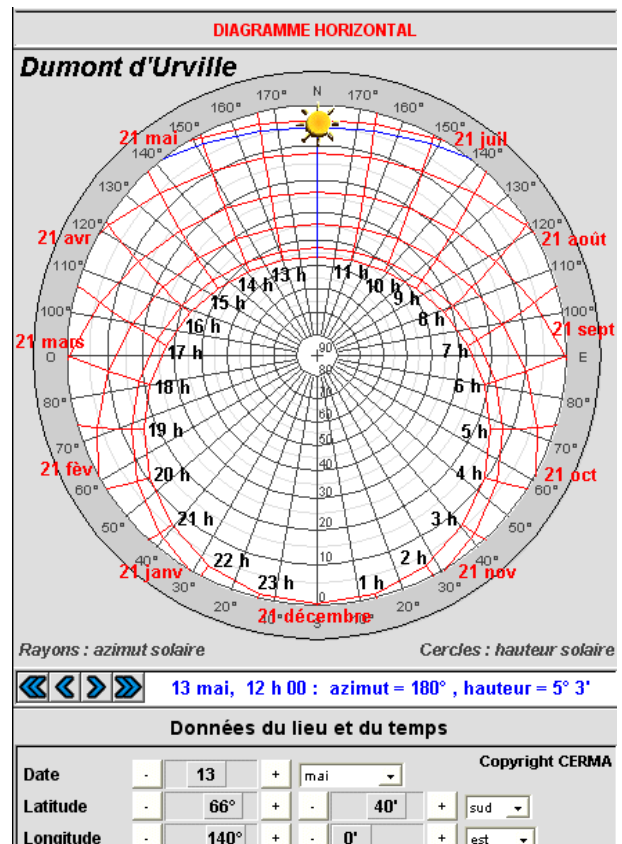
Le soleil s'est couché au nord-ouest, vers 20h.

A noter que le diagramme comporte 7 courbes de référence, correspondant au 21 de chaque mois de l'année.

Deux autres exemples, sélectionnés pour la même date, l'un en zone intertropicale, à Cayenne (Guyane), et l'autre dans les hautes latitudes de l'hémisphère sud, à Dumont d'Urville (Terre Adélie) montrent l'intérêt de ces diagrammes pour visualiser en un document unique l'exposition au rayonnement solaire en un lieu de la surface terrestre :



On peut constater ici que la durée du jour ne varie guère en cours d'année et que le soleil à midi, peut être au Sud ou au Nord (*), selon la date considérée. Le 13 mai à midi, le soleil culmine à 76°39', au Nord. (* bien que Cayenne soit dans l'hémisphère nord.



A Dumont d'Urville, le 13 mai (courbe en bleu), le soleil s'est levé au nord-est vers 9h15, il a culminé au nord à midi, avec une hauteur de 5° et s'est couché au nord-ouest vers 14h45. A noter que le 21 décembre, le soleil ne se couche pas.

Documentation sur les diagrammes solaires

Un ouvrage de Joël JAN, intitulé

Rayonnement solaire : aspects géométriques et astronomiques.

Edité par Météo-France en 1983, il présente les fondamentaux et explique très clairement la réalisation et l'utilisation des diagrammes solaires, mais il n'est pas certain qu'il soit encore disponible.

Pour réaliser des diagrammes solaires, on dispose cependant d'outils en ligne et notamment d'un logiciel de calcul et de visualisation de diagrammes solaires, réalisé par le CERMA (Centre de Recherches Méthodologiques d'architecture de l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes) dans le cadre du projet européen "Audience".

http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/outils/diag_solaire.html