



# Cadran solaire et boussole solaire

*Remarque préliminaire : ce texte a été écrit pour la Suisse et les pays voisins. Certaines règles et observations ne sont pas valables sous cette forme dans d'autres régions, par exemple dans les régions tropicales près de l'équateur ou près du pôle Nord ou du pôle Sud.*

A première vue, le cadran solaire et la boussole solaire sont deux sujets différents. Néanmoins, en réalité, ils sont étroitement liés. Parce que si nous connaissons notre position (approximative) sur la carte, nous pouvons utiliser le soleil pour déterminer soit l'heure, soit les points cardinaux, mais pas les deux à la fois.

## La trajectoire du soleil

La trajectoire apparente (ou « migration ») du soleil dans le ciel (en réalité, c'est la terre qui se déplace, pas le soleil !) est prévisible. La position actuelle du soleil dans le ciel dépend de l'heure, du jour (saison) et de notre position sur la terre.

Si on veut savoir exactement ce qu'il en est, il est possible de calculer sur Internet la trajectoire apparente du soleil pour une date et un lieu donnés. Il faut avoir toutefois un peu de pratique pour pouvoir interpréter les graphiques calculés (voir image ci-dessous).

Il y a trois moments dans la journée que nos premiers ancêtres observaient déjà et qui leur permettaient de s'orienter grossièrement dans le temps et la géographie : le lever du soleil, le « midi solaire » (c'est-à-dire le moment de la journée où le soleil est le plus haut) et le coucher du soleil. Il est intéressant de noter que le mot « orientation » vient d'« Orient », la direction du lever du soleil (c'est-à-dire l'est). Cela montre que dans l'antiquité - avant l'invention de la boussole magnétique - les points cardinaux étaient déterminés à l'aide du lever du soleil.

Si nous observons la trajectoire du soleil d'un peu plus près, nous constatons que le soleil se lève approximativement à l'est, se déplace vers l'ouest (« vers la droite ») tout au long de la journée. Il monte ainsi de plus en plus haut tout au long de la matinée et redescend l'après-midi jusqu'à ce qu'il se couche à peu près à l'ouest. Nous pouvons utiliser ce mouvement régulier de gauche à droite pour mesurer le temps ! La courbe décrite est plus haute dans le ciel en été et plus basse en hiver. Sa hauteur nous indique la *saison* actuelle.

D'un point de vue scientifique, le mouvement apparent du soleil « de gauche à droite » est dû à la rotation de la terre sous nos pieds. Toutes les 24 heures, la terre tourne une fois autour de son axe jusqu'à ce que le soleil soit à nouveau presque au même endroit « dans le ciel », tout au plus un peu plus haut ou plus bas au-dessus de l'horizon. Un cadran solaire indiquera donc la même heure toutes les 24 heures.

Comme il est très dangereux de regarder directement au soleil, nous regardons généralement la marche *de l'ombre* d'une tige ou d'une « aiguille ». Si nous laissons l'ombre se déplacer sur un cadran, nous pouvons lire l'heure. (Nous devons toutefois orienter avant le cadran à l'aide d'une boussole).

Si nous connaissons déjà l'heure, nous pouvons inversement déterminer les points cardinaux à partir de l'ombre portée d'un bâton, nous avons donc utilisé une *boussole* solaire.



La trajectoire apparente du soleil dans le ciel est calculable. L'image montre une simulation pour Berne (capture d'écran de SunEarthTools.com)

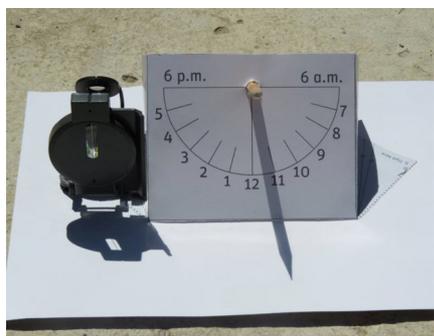
Un cadran solaire au mur d'une maison sur la Place Arca à Coire.

## Le cadran solaire

Comme nous l'avons dit, le cadran solaire mesure l'heure actuelle du jour en projetant l'ombre d'un bâton (ou d'une ficelle, etc.) sur un cadran. Pour qu'il fonctionne, il faut au moins que le bâton soit orienté du nord vers le sud et incliné selon un angle correspondant à la latitude du lieu où il se trouve. Orientée de cette manière, la tige est exactement parallèle à l'axe de la terre sous nos pieds ! Idéalement, le cadran est perpendiculaire à la tige, alors les chiffres sont exactement symétriques (matin / après-midi) autour de la ligne médiane qui correspond au midi solaire.

Les cadrans solaires peuvent être portables, comme une montre-bracelet, ou fixes ou encastrés dans le mur d'une maison. Les cadrans fixes, on les voit souvent aux bâtiments historiques (châteaux, églises, anciennes demeures, etc.). Le cadran est peint sur le mur de la maison et une tige dépasse du mur. Comme les murs des maisons ne sont généralement pas orientés exactement d'est à ouest (et que le mur n'est donc pas perpendiculaire à la tige), le cadran peut être peint de manière « asymétrique », afin que les heures soient correctes. Nous pouvons bien le voir sur la photo de Coire (en haut à droite).

Les cadrans solaires simples, comme notre modèle bricolé (voir < [Expérience cadran solaire](#) >), n'indiquent que l'heure - le vrai temps solaire. Plus on bas, tu apprendras ce que cela signifie exactement. Des modèles plus compliqués peuvent aussi indiquer la date approximative ou le « temps local », c'est-à-dire l'heure de nos montres.



Un cadran solaire simple, à bricoler.



Un cadran solaire bricolé comme modèle pliant.



Le cadran solaire éventuellement le plus grand du monde se trouve au Rajasthan, en Inde.

## Les différentes heures

Malheureusement, il n'y a pas qu'une seule heure. Un cadran solaire (ou la position actuelle du soleil dans le ciel) nous indique ce qu'on appelle « **l'heure solaire** » ou « l'heure locale vraie ». Il est valable pour tous les lieux situés sur le même degré de longitude. En Suisse, Genève et Coire ont au même moment une heure solaire différente<sup>1</sup> (environ 14 minutes de différence), tandis que Winterthur et Locarno ont une heure solaire très similaire (elles sont « superposées » sur la carte, à peu près sur le même degré de longitude).

Pour notre vie quotidienne, il serait très compliqué que Genève et Coire aient un quart d'heure de différence horaire, c'est pourquoi des fuseaux horaires ont été définis dans le monde, qui utilisent la même heure - ce qu'on appelle « l'heure légale » ou « l'heure locale ». Dans presque tous les pays (à l'exception des très grands comme la Russie ou les États-Unis), la même heure s'applique à l'ensemble du pays ou à un groupe de pays. C'est l'heure qu'indiquent nos montres ou nos téléphones portables. L'un des résultats est que le « midi solaire », c'est-à-dire le moment où le soleil est à son point le plus haut, n'est plus exactement à 12 heures pour la plupart des endroits. La différence peut être de plus d'une heure.

En outre, de nombreux pays ont décidé d'avancer l'heure légale d'une heure en été. Il s'agit d'une astuce pour que en réalité, nous nous levions plus tôt en été, afin de ne pas « gaspiller » les premières heures de soleil lors des longues journées estivales. Cette heure décalée s'appelle « **heure d'été** » et décale le midi solaire encore d'une heure de plus.

Les fuseaux horaires et l'heure d'été ont pour conséquence qu'en Suisse, par exemple, le soleil atteint son point culminant selon l'heure (heure légale) à environ 12h30 en hiver et à environ 13h30 en été.

En Europe, il y a un très grand fuseau horaire qui utilise l'« heure normale d'Europe centrale » (HNEC) ou l'« heure avancé d'Europe centrale » (HAEC).<sup>2</sup> Il s'étend depuis l'Espagne jusqu'à la Pologne. La différence avec l'heure solaire peut être très importante, selon l'endroit où l'on se trouve dans le

<sup>1</sup> Le soleil se lève plus tôt à Coire qu'à Genève, car Coire - en raison du sens de rotation de la terre - voit le soleil en premier.

<sup>2</sup> HNEC correspond à l'heure solaire au 15<sup>e</sup> degré de latitude, HAEC à l'heure solaire au 30<sup>e</sup> degré de latitude.

fuseau horaire. En Galice, dans l'ouest de l'Espagne, le midi solaire est par exemple à 14h30 en été. Il n'est donc pas étonnant qu'en Espagne, on prenne généralement le déjeuner très tard.

## Corrections du temps d'un cadran solaire

Notre cadran solaire indique l'heure solaire de notre lieu. Pour connaître précisément l'heure légale - c'est-à-dire l'heure de nos montres -, nous devons appliquer quelques corrections.

- La plus importante est la correction de l'heure d'été. En été, nous devons ajouter une heure à l'heure indiquée.
- La deuxième plus importante est la différence entre notre lieu et « l'heure légale » du fuseau horaire. Pour la Suisse, nous pouvons ajouter en gros une demi-heure.

En d'autres termes: En Suisse, nous ajoutons  $\frac{1}{2}$  heure à l'heure indiquée par le cadran solaire en hiver et  $1 \frac{1}{2}$  heure en été.

Pour les plus perspicaces, il y a encore une autre correction, appelée l'équation du temps. En effet, la différence entre l'heure solaire et l'heure légale n'est pas constante tout au long de l'année, d'une côté, parce que l'orbite de la terre autour du soleil est un peu elliptique, et d'autre côté, parce qu'elle n'est pas exactement perpendiculaire à l'axe de la terre. Ces deux facteurs font que le cadran solaire est légèrement en avance ou en retard selon la saison. L'erreur est d'un quart d'heure au maximum. La correction peut être lue dans un tableau pour chaque jour de l'année, mais elle est généralement négligée.

Si on souhaite connaître très précisément la correction pour un lieu donné sans avoir recours à des formules ou à une calculatrice, il est possible d'obtenir sur Internet un tableau pour chaque jour de l'année<sup>3</sup>.

## Trouver les points cardinaux

Comment s'orienter sur le terrain, comment trouver le nord et les autres points cardinaux ? La plupart des gens crieront « boussole », mais c'est loin d'être la seule possibilité.

Même avant de l'invention de la boussole, qui utilise le champ magnétique de la terre pour s'orienter, les hommes observaient déjà la nature et trouvaient ainsi leur chemin. Cela peut se faire à l'aide du soleil (boussole solaire), en observant le ciel étoilé (étoile polaire) ou même en observant les plantes<sup>4</sup> ! On peut aussi consulter des éléments fabriqués par l'homme : Les panneaux solaires sont généralement installés vers le sud, les antennes des satellites de télévision visent aussi normalement plus ou moins vers le sud. De nombreuses églises et dômes catholiques ont été orientés en fonction des points cardinaux : la tête de la pièce principale est orientée vers l'est.

En même temps, nous ne devrions pas surestimer la précision de la boussole magnétique. En réalité, celle-ci n'indique pas du tout la direction du pôle nord géographique, mais l'orientation du champ magnétique de la terre sous nos pieds. C'est vrai que ce champ magnétique va du pôle nord magnétique au pôle sud magnétique, mais il n'est pas réparti de manière uniforme. Il peut s'écarter

---

<sup>3</sup> Par exemple ici: [www.solar-noon.com](http://www.solar-noon.com)

<sup>4</sup> En Europe, par exemple, la mousse pousse de préférence sur le côté nord (ombragé) des arbres.

de 10 à 20 degrés de l'orientation nord, et encore beaucoup plus si on est près des pôles nord et sud. C'est plutôt par hasard que l'écart est assez faible en Suisse, inférieur à 4 degrés.

## La boussole solaire

Nous avons vu à quel point la « migration du soleil » apparent dans le ciel est prévisible ; nous pouvons également en profiter pour déterminer les points cardinaux. Un simple bâton planté verticalement dans le sol nous en dit déjà beaucoup – si on a un peu de patience. Tôt le matin, l'ombre est grossièrement orientée vers l'ouest, en fin d'après-midi, elle est grossièrement orientée vers l'est. Si nous mesurons la longueur de l'ombre et trouvons le moment où elle est la plus longue, nous connaissons le nord (l'ombre pointe alors exactement vers le nord).

Si nous possédons un cadran solaire (portable), nous pouvons aussi l'utiliser « à l'envers » comme boussole solaire. Pour cela, nous devons connaître l'heure solaire de l'endroit où nous nous trouvons (pour la Suisse, heure légale moins ½ heure en hiver, moins 1 ½ heure en été). Nous plaçons le cadran solaire sur une surface horizontale au soleil et le tournons jusqu'à ce que la montre indique l'heure solaire calculée. Le marquage nord de notre cadran solaire pointe alors (grossièrement) vers le nord. Les navigateurs utilisaient déjà à partir du 19e siècle de tels « cadrans solaires inversés » pour s'orienter.

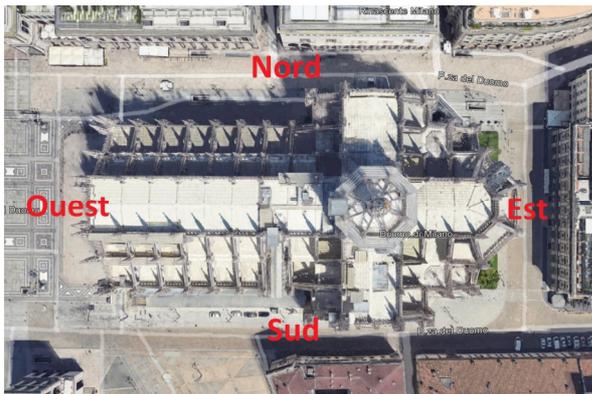
Dans l'« [Expérience boussole solaire](#) », on présente en détail trois méthodes pour déterminer les points cardinaux.



*Une montre analogique peut servir de boussole solaire.*



*Une détermination très précise de la ligne est-ouest avec l'ombre portée et le dessin sur une plaque de pierre horizontale et polie.*



*La cathédrale de Milan peut être utilisée pour s'orienter.  
(Capture d'écran de Google Earth)*



*Une boussole solaire historique construite de manière très élaborée. (Image de Dustin Plunket / Wikipedia)*