

# Le dessin des pare-soleil

Autor(en): **Primault, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Das Werk : Architektur und Kunst = L'oeuvre : architecture et art**

Band (Jahr): **63 (1976)**

Heft 6: **Zentren für Berufsausbildung = Centres de formation professionnelle**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-48603>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le dessin des pare-soleil

par B. Primault, Dr. Ing., Institut suisse de Météorologie Zurich

Le pare-soleil a souvent été un formalisme, un tic d'architecte, pour faire «mode». Au point que certains bâtiments étaient même pourvus de pare-soleil sur la face nord, dans notre pays... Certes, son importance plastique est souvent réelle. Mais sa signification doit avant tout rester fonctionnelle, surtout lorsqu'un bâtiment n'est pas climatisé.

Il nous a semblé intéressant d'aborder les normes d'application des pare-soleil, et surtout de présenter l'ordre de précision avec lequel ils

doivent être calculés. Car les architectes eux-mêmes ne sont pas toujours conscients des différences que peuvent provoquer quelques centimètres en plus ou en moins dans la largeur d'un pare-soleil.

C'est pourquoi nous avons demandé à M. Bernard Primault, ingénieur à l'Institut suisse de Météorologie, de présenter une étude approfondie de ce problème dont l'importance croît en fonction du coût des huiles de chauffage... (Réd)

## 1. Introduction

Lors de l'établissement d'un projet de construction, il est souvent de première importance de connaître l'ombre portée par les lieux circonvoisins sur la construction elle-même afin de lui garantir, surtout si c'est une maison d'habitation, un ensoleillement important. En outre, il peut être utile de calculer l'ombre portée par la construction projetée sur son entourage. Dans cette optique, nous avons établi, il y a plusieurs années déjà, des abaques permettant de déterminer aisément l'ombre portée par un objet quelconque sur le terrain quelles qu'en soient l'exposition et la pente jusqu'à 100% (Primault 1964 et 1973).

Dans un article récent (Primault 1975), nous abordons le problème de l'utilisation la plus rationnelle possible du rayonnement en architecture. Nous y démontrions que, sous nos climats et dès l'établissement des projets, il serait judicieux de prendre soin que le rayonnement ne réchauffe pas trop l'intérieur des bâtiments en été. En hiver, au contraire, le soleil devrait pouvoir darder à plein ses rayons sur et à l'intérieur des immeubles. On arriverait ainsi à limiter, au moins en partie, la consommation d'énergie pour le chauffage domestique et en particulier celle nécessaire à la climatisation.

Le moment le plus judicieux – quels que soient le jour et l'heure – du passage d'une fenêtre de l'ombre au soleil ou du soleil à l'ombre dépend avant tout du genre de construction de l'immeuble et de l'utilisation de la pièce. Pourtant, comme, selon la hauteur du soleil sur l'horizon, une diminution de 5% de la largeur du pare-soleil peut réduire l'ombre de 25%, respectivement une augmentation de ladite largeur de 5% également peut augmenter cette

ombre de 23%, il est indispensable que le dessin des pare-soleil soit établi très exactement.

Le dessin de pare-soleil permettant d'atténuer les effets du rayonnement en été sans les diminuer en hiver pose certains problèmes de calcul. S'il est possible, d'après les abaques cités plus haut, de déterminer facilement l'ombre portée par un objet sur un terrain, lesdites abaques ne sont pas utilisables pour des surfaces verticales, c'est-à-dire les parois d'un immeuble quelles qu'en soient les expositions. En outre, on ne peut pas non plus les utiliser pour dessiner un pare-soleil devant porter ombre à un objet déterminé et pendant une période choisie d'avance. C'est pour combler cette lacune que nous faisons la démonstration ci-dessous.

## 2. Etablissement d'un pare-soleil

### 2.1. Le parcours du soleil sur l'horizon

Admettons, pour débiter cette démonstration, que le soleil se trouve à l'infini, c'est-à-dire que les rayons qu'il darde sur la terre sont parallèles les uns aux autres. En réalité, l'astre du jour étant situé relativement près de notre terre, le faisceau de rayons qu'il y envoie n'est pas parfaitement parallèle. En outre, ayant une surface propre non négligeable, la source n'est pas strictement ponctuelle. Mais, pour la démonstration, on peut sans autre faire la simplification d'admettre que le rayonnement qui nous atteint provient d'un point situé à l'infini.

Durant l'année, et par suite du fait que l'axe des pôles n'est pas perpendiculaire au plan de l'orbite sur laquelle se meut la terre autour du soleil (plan de l'écliptique), on constate un mouvement apparent et pendulaire du soleil par rapport au plan de l'équateur. Ainsi, du solstice d'hiver (21 décembre) au solstice d'été (21 juin) le soleil semble s'élever sur l'horizon pour s'abaisser ensuite durant toute la deuxième partie de l'année solaire.

Si nous considérons une coupe suivant un méridien donné, la terre se présente selon un arc de cercle. A l'équinoxe, les rayons du soleil sont perpendiculaires à l'axe des pôles. Au solstice d'été, l'angle des rayons par rapport au plan de l'équateur est de  $+23^{\circ}27'$ . Au solstice d'hiver, cet angle est de  $-23^{\circ}27'$  (fig. 1).

Si, sur ce méridien, nous considérons un point situé en dehors de l'équateur, l'angle que font les rayons du soleil avec l'horizontale du lieu diffère de ce qu'il est à l'équateur du complément à la latitude ( $90^{\circ} - \varphi$ , où  $\varphi$  est la latitude) dudit lieu.

L'angle sous lequel on observe le soleil à l'équateur à un jour donné est dénommé *déclinaison* ( $\beta$ ). Par conséquent, l'angle sous lequel on verra le soleil sous une latitude quelconque (appelé hauteur du soleil ou  $\delta$ ) est donc égal à la déclinaison de ce jour plus  $90^{\circ} - \varphi$ . Cette démonstration ne s'applique pourtant qu'au moment du passage du soleil au méridien du lieu, c'est-à-dire à son midi vrai (voir 3.1.1. ci-dessous).

$$\delta = \beta + (90 - \varphi) \quad [1]$$

Cette démonstration est valable quel que soit le signe de  $\beta$ . A la figure 1, nous présentons les conditions réalisées par une déclinaison positive  $\beta$  (position du soleil entre le 21 mars et le 21 juin) et par une déclinaison négative  $\beta'$  (position du soleil entre le 23 septembre et le 21 décembre).

La vitesse de rotation de la terre étant de  $15^{\circ}$  à l'heure, la position du soleil sur l'horizon varie donc constamment du matin au soir. Il décrit chaque jour une courbe différente et à chaque heure du jour correspond une position déterminée du soleil sur sa trajectoire diurne. Pourtant, comme la vitesse angulaire ne varie pas, mais que la hauteur du soleil sur l'horizon se modifie, la direction sous laquelle on aperçoit le soleil à un moment déterminé de la journée, c'est-à-dire son azimut ( $\alpha$ ), n'est pas toujours la même (voir fig. 2a et b).

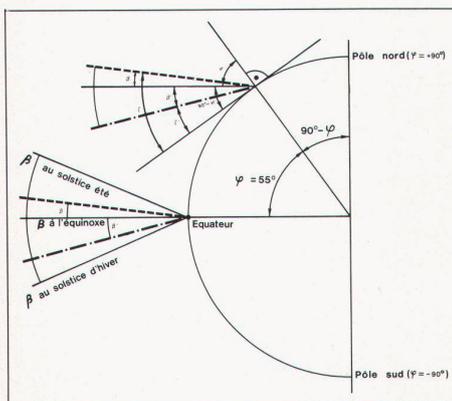


Fig. 1 Hauteur du soleil sur l'horizon.

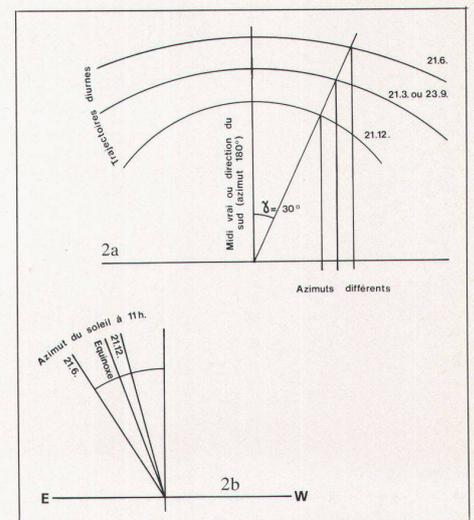


Fig. 2a Pourquoi le soleil ne se trouve pas toujours dans la même direction à la même heure (heure solaire vraie).  
Fig. 2b Les azimuts du soleil aux solstices et aux équinoxes.

Lors du calcul d'un pare-soleil, on devra nécessairement tenir compte de ces deux mouvements apparents du soleil par rapport à l'horizon du lieu.

2.2. *Ombrage couvrant un piquet de hauteur unité*

2.2.1. *Description théorique.* Admettons tout d'abord un piquet (on dit aussi quelquefois «gnomon»), c'est-à-dire une droite verticale de hauteur  $a$  sur lequel nous désirons porter de l'ombre à un moment déterminé d'une certaine journée de l'année. Pour ce faire, nous placerons horizontalement à son sommet une pièce de bois. Cette dernière doit avoir une longueur déterminée et être placée dans une certaine direction. Il nous faut donc connaître d'une part l'azimut du soleil à ce jour et à cette heure, d'autre part sa hauteur sur l'horizon. Des tables spéciales, utilisées surtout dans la navigation et appelées éphémérides, nous donnent pour chaque jour de l'année et à différentes heures la déclinaison du soleil <sup>1</sup>. De telles éphémérides sont publiées chaque année. D'autres tables, immuables celles-là, nous indiquent pour chaque latitude et pour chaque déviation du midi vrai (c'est-à-dire l'heure voulue) d'une part l'azimut du soleil, d'autre part, sa hauteur en fonction de la déclinaison.

Partant de la base du piquet, nous pouvons tracer au-dessus de l'horizon la hauteur trouvée dans les tables ( $\delta$ ) tout en tenant compte de l'azimut ( $\alpha$ ). Nous avons ainsi simulé un rayon de soleil. Une droite partant du sommet de notre piquet et perpendiculairement à celui-ci nous donne, à son point d'intersection avec le rayon simulé du soleil, la distance  $d_a$  que devrait avoir notre pare-soleil pour garantir l'ombrage ce jour et à cette heure (voir fig. 3).

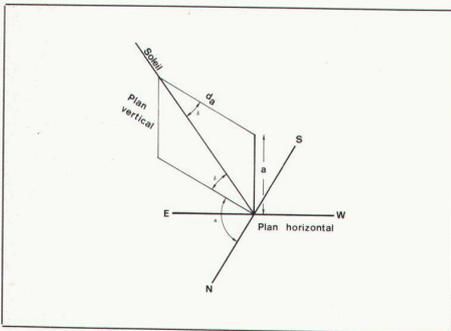


Fig. 3 Détermination graphique d'un point (démonstration)

Si nous voulons abriter notre piquet des rayons du soleil durant une grande partie de la journée (il ne sera jamais possible de l'en abriter ni au lever du soleil, ni à son coucher sans avoir recours à des parois verticales), il suffit de répéter la construction pour les principales heures du jour et de relier entre eux ces différents points.

Ainsi, en partant d'un point A, censé simuler le piquet, nous traçons en direction du nord une droite A - N de longueur  $a$  ( $a$  étant la hauteur du piquet soit 1 à l'échelle du dessin). De ce point, nous traçons une droite d'angle  $90 - \delta$ . Cette droite coupe une perpendiculaire élevée en A en un point P.

Rabattons maintenant la distance  $d$  sur l'azimut des rayons du soleil (A - Soleil) et nous obtenons le point P'. Ce point sera situé sur le bord extérieur de notre pare-soleil. En répétant l'opération pour différents moments du jour couvrant le laps de temps durant lequel nous désirons que le piquet soit dans l'ombre, nous obtenons le lieu géométrique des points extrêmes ou le tracé limite de notre pare-soleil (voir fig. 4).

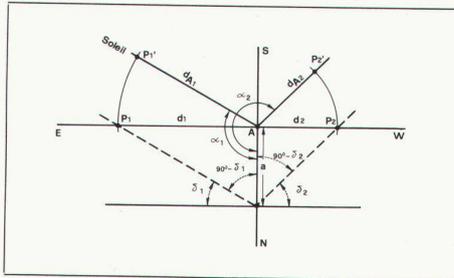


Fig. 4 Détermination graphique d'un point dans la pratique (— dans le plan horizontal; --- dans le plan vertical).

Comme un piquet ne porte jamais d'ombre sur lui-même quel que soit l'azimut du soleil — sauf si ce dernier est au zénith du lieu (a donc un azimut indéterminé —, le pare-soleil devra éventuellement dépasser la perpendiculaire élevée en A sur l'axe A - N (droite E - W).

A la figure 5, nous donnons la forme que prendraient des pare-soleil devant porter ombre sur un piquet de hauteur  $a$  pour la période durant laquelle la hauteur du soleil dépasse  $10^\circ$ . Pour cela, nous avons choisi trois moments typiques de l'année: les solstices et les équinoxes.

Dans notre cas, il s'agit de phénomènes inverses à ceux qui se produisent sur un cadran solaire. Dans ce second cas, l'aiguille projette une certaine ombre qui balaie chaque jour une surface différente à celle de la veille ou du lendemain.

2.2.2. *Pare-soleil au solstice d'été.* Comme nous

l'avons vu plus haut, l'angle maximum que fait le soleil avec le plan de l'équateur se rencontre au solstice d'été à savoir au 21 juin. C'est aussi le moment où la hauteur du soleil au midi vrai est la plus grande ( $\beta = + 23^\circ 27'$ ). Par conséquent, la surface horizontale nécessaire pour abriter un piquet de ses rayons est la plus petite à ce moment de l'année. A la fig. 5, nous donnons la forme qu'aurait un pare-soleil abritant notre piquet de 5 h 16 min. à 18 h 44 min. (heure solaire vraie).

2.2.3. *Les 21 mars et 23 septembre.* A l'équinoxe, les rayons du soleil sont parallèles au plan de l'équateur ( $\beta = 0^\circ 0'$ ), c'est-à-dire que la hauteur du soleil ( $\delta$ ) au midi vrai est égale à l'angle complémentaire à la latitude ( $\delta = 90 - \varphi$ ). La forme prise par un pare-soleil devant abriter notre piquet est donc un triangle isocèle dont la hauteur est axée nord-sud. Vu que le soleil ne se lève qu'à 6 h du matin pour se coucher à 18 h, il n'est plus possible de tracer un pare-soleil couvrant un aussi long laps de temps qu'au solstice d'été. Dans le cas choisi (fig. 5b,  $\delta \geq 10^\circ$ ), l'ombre sera portée de 8 h à 17 h (toujours en heures solaires vraies).

2.2.4. *Le 21 décembre.* Au solstice d'hiver, la déclinaison du soleil ( $\beta$ ) est de  $-23^\circ 27'$ . Sa hauteur sur l'horizon d'un lieu donné, même au midi vrai, est minimum. Ceci implique qu'un pare-soleil devant abriter le même piquet de hauteur  $a$  aura une surface beaucoup plus grande que dans les deux cas précédents, même si sa durée d'efficacité est passablement plus faible (début à 9 h 12 min., fin 14 h 48 min., fig. 5c).

2.2.5. *Date quelconque.* Pour faciliter le travail des architectes lors de l'établissement de leurs

<sup>1</sup> Pour un même jour et une même heure, la déclinaison du soleil diffère d'une année à l'autre du fait que l'année solaire ne constitue pas un nombre fini de jours (années bissextiles, par exemple).

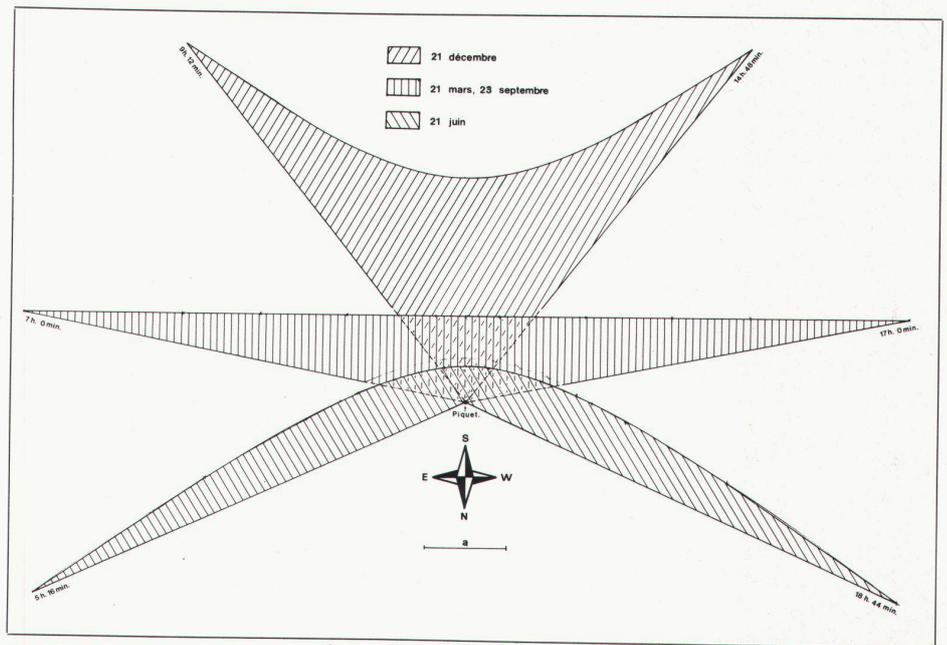


Fig. 5 Forme d'un pare-soleil devant faire ombre sur un piquet à trois jours précis de l'année.

projets, l'Institut suisse de Météorologie a établi un programme permettant de tracer le lieu géométrique des points extrêmes de pare-soleil en partant des données suivantes: la latitude du lieu ( $\varphi$  en degrés, minutes et secondes), le jour jusqu'auquel l'ombre doit être portée à partir du 21 juin ( $\beta$  en degrés, minutes et secondes selon les éphémérides qu'il possède) et la hauteur minimum du soleil au-dessus de l'horizon ( $\delta$  en degrés entiers).

2.3. Ombre portée sur une paroi verticale

2.3.1. Description théorique. Dans la pratique, il arrive rarement qu'un architecte désire faire ombre sur une droite verticale et sur elle seulement. En effet, on n'a en général pas affaire à des pieux mais à des surfaces (parois d'immeubles ou baies vitrées par ex.).

En outre, il est assez rare que l'on désire porter ombre sur toute la paroi d'un immeuble, ce qui nécessiterait des constructions très importantes, surtout dans le cas de maisons-tours. On préférera établir sur la paroi une succession de pare-soleil appelés à en abriter chaque fois une partie: une simple fenêtre, une baie vitrée ou un balcon.

La démonstration que nous avons faite plus haut est pleinement valable ici également à condition de l'adapter en tenant compte de la largeur de la surface à abriter. On établira la courbe du pare-soleil tout d'abord pour une des extrémités latérales de la surface à protéger, puis pour l'autre. Il suffira de réunir ces deux courbes par leur tangente commune.

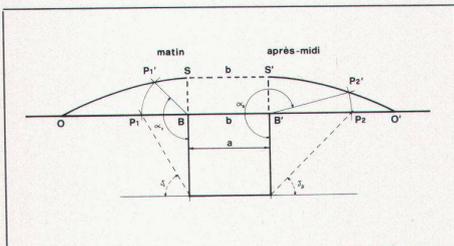


Fig. 6 Pare-soleil pour une fenêtre carrée de côté a exposée au sud (21 juin, hauteur limite du soleil sur l'horizon = 10°).

2.3.2. Façade exposée au sud (fig. 6). Dans le cas d'une façade exposée au sud, la construction est la plus simple. Il suffit en effet pour une fenêtre de hauteur a et de largeur b (B-B') de construire en partant de la droite B-S la moitié de la courbe de la figure 5a en l'arrêtant toutefois sur la droite figurant la paroi c'est-à-dire au point O. Ensuite, on procède symétriquement pour la seconde partie de la courbe en partant de l'autre extrémité de la fenêtre (B') pour obtenir la courbe S'-O'. Il suffit alors de joindre par une droite les points S et S' pour obtenir notre pare-soleil dans sa totalité.

2.3.3. Exposition au sud-ouest (fig. 7). Dans le cas d'une façade exposée au sud-ouest, le mur lui-même portera ombre sur notre fenêtre durant une bonne partie de la matinée. Par conséquent, toute une partie de l'aile gauche du pare-soleil dessiné précédemment deviendra inutile. Par contre, la partie de droite se verra augmentée d'autant.

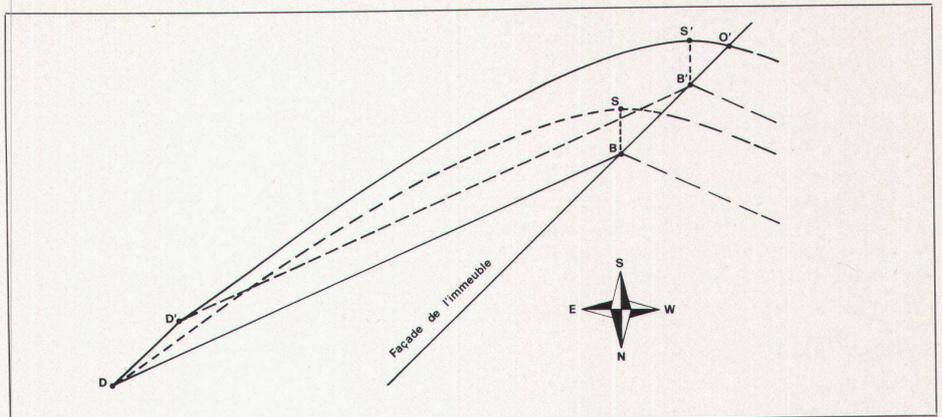


Fig. 7 Pare-soleil pour une fenêtre carrée de côté a exposée au sud-est (cas de la fig. 6).

En partant du point B, on construira un pare-soleil complet tel qu'il est démontré par ex. au point 2.2.2. ci-dessus. On procédera ensuite de même en partant du point B'.

Ces deux courbes auraient chacune la propriété d'abriter des rayons du soleil l'un, respectivement l'autre bords verticaux de la fenêtre. En les joignant par la droite (D-D'), on obtient le tracé limite de la surface nécessaire à abriter le soleil notre fenêtre de hauteur a, un 21 juin et pour tout le laps de temps durant lequel la hauteur du soleil sur l'horizon dépasse 10°.

2.3.4. Exposition quelconque. La même démonstration peut se faire pour des parois exposées dans n'importe quelle direction. Les courbes utilisées dépendront simplement du jour limite à partir duquel nous désirons que notre fenêtre soit à l'ombre et de la hauteur du soleil pour laquelle nous désirons une protection contre le rayonnement direct.

2.4. Evolution de la forme du pare-soleil et de l'ombre projetée

Suivant les effets recherchés, la forme des pare-soleil variera et leur effet au cours de l'année se modifiera progressivement.

Prenons par exemple un pare-soleil devant abriter une fenêtre carrée de hauteur et de largeur a, située sur une façade exposée au sud et cela le 21 juin au-delà d'un angle de 10° (cf. fig. 6). Suivant la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, l'ombre portée au midi vrai du lieu par ledit pare-soleil sur la façade variera. Elle sera maximum le 21 juin, minimum le 21 décembre, soit aux deux solstices, intermédiaire aux équinoxes. A la fig. 8, nous avons tracé cette ombre pour les trois jours cités.

Par ce dessin, nous espérons faciliter au pra-

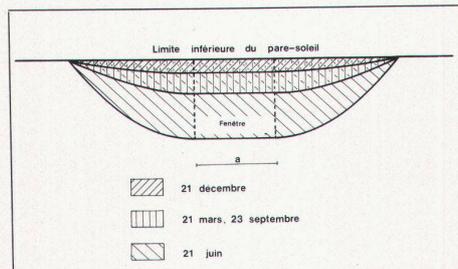


Fig. 8 Ombres portées sur une façade exposée au sud (cas de la fig. 6).

ticien le choix du jour limite en fonction de l'effet qu'il désire produire.

3. Considérations pratiques

3.1. Mouvement apparent du soleil

Dès avant le 21 décembre (à partir du 15 environ) l'observateur attentif peut aisément constater que, bien que la durée du jour diminue encore, les jours commencent déjà à s'allonger le soir. Au contraire ils diminuent encore le matin bien au-delà du solstice, soit jusque vers le 8 janvier. Ceci provient du fait que la vitesse de translation de la terre autour du soleil n'est pas régulière (cf. Primault 1956). En effet, notre planète décrit une ellipse autour du soleil dont ce dernier occupe l'un des foyers. Pour que ce mouvement se maintienne, il faut que la force centrifuge compense à chaque instant la force d'attraction qui répond à la loi de Newton

$$F = \frac{M_s M_t}{d^2} \quad [2]$$

où  $M_s$  est la masse du soleil,  $M_t$  celle de la terre et d la distance les séparant. Plus cette distance est courte et plus F est grand. Par conséquent la vitesse de translation doit être grande. A la figure 9, nous donnons une représentation schématique du phénomène sans poursuivre la démonstration plus avant ici.

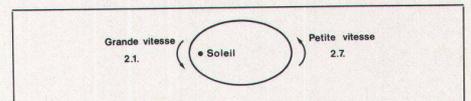


Fig. 9 Translation du soleil (schéma).

3.2. La mesure du temps

Si l'on veut mesurer exactement une heure, c'est-à-dire la 24ème partie d'un jour, il est nécessaire de se référer à l'espace de temps séparant deux passages au méridien d'un objet fort éloigné, c'est-à-dire dont la position relative à la terre est pratiquement toujours la même. Dans le cas particulier des éphémérides, on se sert généralement d'une étoile de 1ère grandeur: Antares, située dans la constellation de Scorpion.

3.2.1. L'heure solaire vraie. Dans les démonstrations que nous avons faites plus haut (chapi-

tre 2), le lecteur aura peut-être été frappé par le fait que nous parlons toujours de «midi vrai» ou d'«heure solaire vraie», sans se rendre exactement compte de ce que cela signifie en faits.

Le jour, c'est-à-dire l'espace de temps que nous considérons comme unité, est limité par deux passages du soleil au méridien du lieu. La distance de la terre au soleil varie cependant au cours de l'année et, par conséquent, sa vitesse de translation varie également par suite de la loi de Newton (cf. 3.1.). Il s'ensuit que sa vitesse angulaire par rapport au soleil n'est pas la même tout au long de l'année. Par conséquent, deux passages du soleil au méridien d'un lieu sont séparés par des laps de temps variables. Pourtant, pour les démonstrations qui précèdent, il était nécessaire de se référer non pas à l'heure civile (grandeur conventionnelle), mais à la position angulaire du soleil par rapport au méridien du lieu, pris comme base de calcul. Le moment du passage du soleil au méridien est le «midi vrai». Les «heures solaires vraies» se comptent à partir de ce point-là (en plus ou en moins, que l'on parle de l'après-midi ou du matin) à raison de 15° de parcours angulaire du soleil sur sa trajectoire diurne pour une heure.

**3.2.2. L'heure solaire moyenne.** Pour des raisons bien compréhensibles, il est peu pratique d'avoir des temps variables d'un jour à l'autre pour définir la journée ou l'heure. C'est la raison pour laquelle on a convenu de dénommer

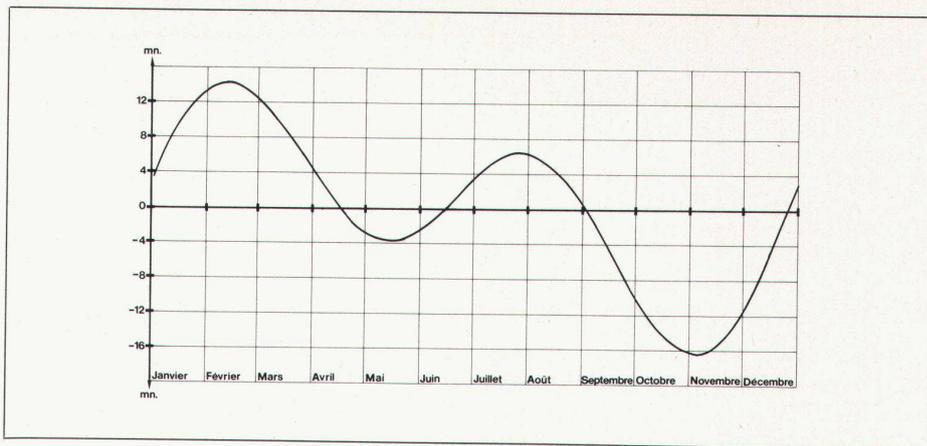
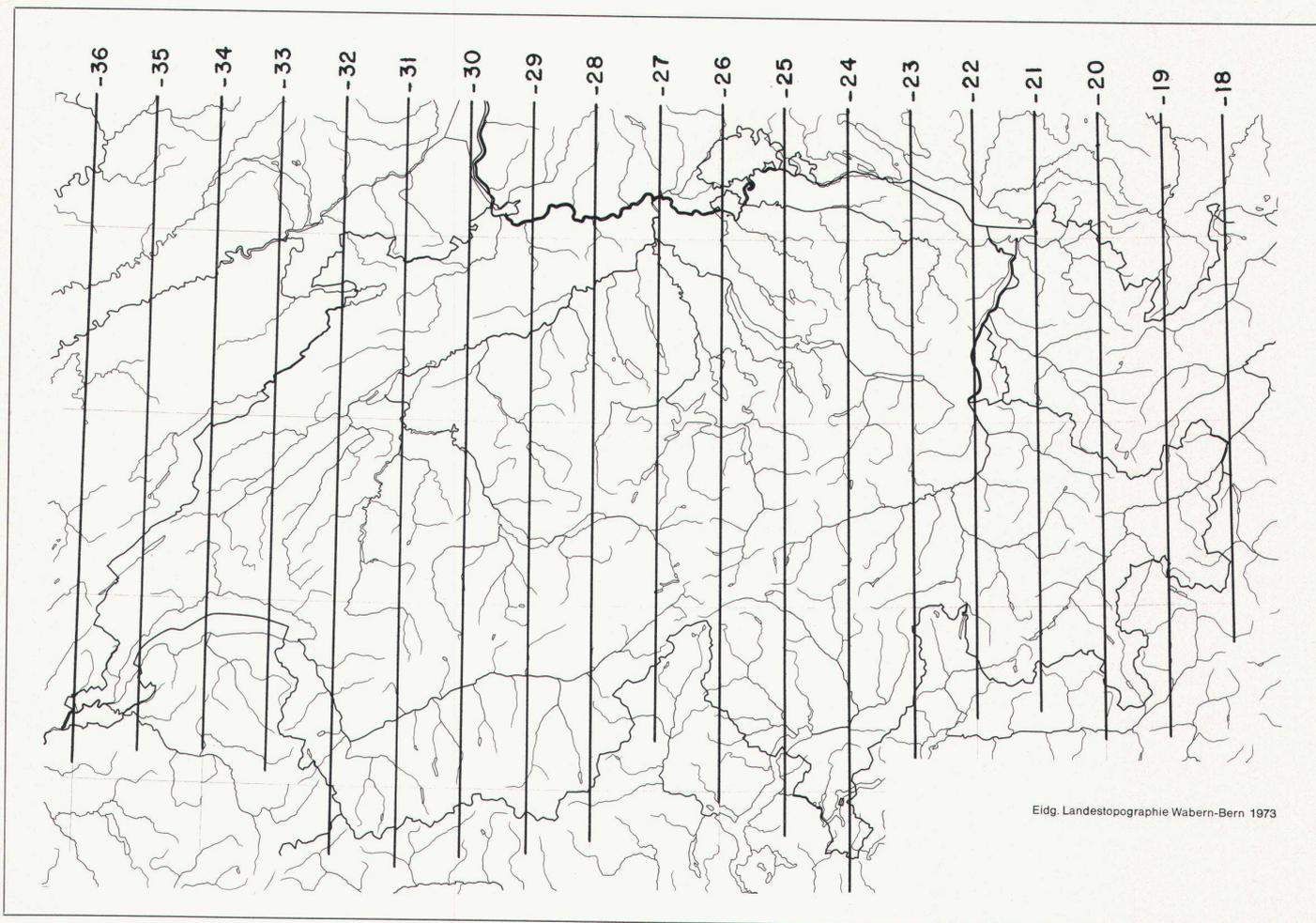


Fig. 10 Différences entre l'heure solaire vraie et l'heure solaire moyenne.

«jour» ou «24 heures» la 365<sup>ème</sup> partie du laps de temps qui sépare deux passages du soleil au méridien le même jour du calendrier deux années consécutives<sup>2</sup>. On a donc, par rapport au temps effectif variable, un temps moyen uniforme. Ainsi comparée à l'heure solaire vraie définie ci-dessus, l'heure solaire moyenne ou le midi solaire moyen varie en plus ou en moins au cours de l'année selon que la terre est plus proche du soleil ou plus éloignée de celui-ci. A la fig. 10, nous donnons pour chaque jour l'écart de temps séparant le midi solaire vrai du midi solaire moyen.

**3.2.3. L'heure civile.** D'après la démonstration qui précède, on se rend compte que des points situés sur des méridiens différents ont nécessairement des heures différentes, que ce soit l'heure solaire vraie ou l'heure solaire moyenne. C'est ainsi que, jusqu'à la fin du siècle dernier, la plus grande partie des montres de Suisse étaient réglées sur l'heure de Berne. A Genève par contre les horlogers utilisaient

<sup>2</sup> Dans cette démonstration, nous ne tenons pas compte des années bissextiles qui impliquent une correction secondaire de quelques secondes seulement.



Eidg. Landestopographie Wabern-Bern 1973

Fig. 11 Concordance des temps.

l'heure de Genève. Mais, comme la gare était une gare de la Compagnie des chemins de fer français PLM, les horloges y étaient réglées sur l'heure de Paris. Par conséquent, à Genève, il fallait toujours se demander si le rendez-vous fixé était en heure des chemins de fer (heure de Paris), en heure locale (heure de Genève) ou en heure suisse (heure de Berne). Des différences de ce genre signifiaient un handicap sérieux dans les relations humaines. C'est la raison pour laquelle, par convention internationale, on a établi ce qu'on appelle les fuseaux horaires, c'est-à-dire des tranches du globe séparées les unes des autres par une heure solaire moyenne. Chaque fuseau horaire est ainsi axé sur un méridien décalé par rapport à ses voisins – situés de part et d'autre – de 15°, soit une heure (Lemans 1975).

En Suisse, nous sommes rattachés au fuseau horaire de l'Europe centrale (HEC), à savoir celui qui est axé sur le 15ème méridien est. Par rapport au temps universel (GMT) qui est le temps de Greenwich, nos montres sont donc en avance de une heure.

Pourtant, notre pays est situé entre 5°57'24" E (embouchure du Nant de Vesogne dans le Rhône GE) et 10°29'36" E (Piz Chavalatsch GR). A mi-distance de ces deux points (8°13'30" E) l'heure solaire moyenne est donc en retard de 27 min. 6 sec. par rapport au centre du fuseau auquel nous nous rattachons (15°00'00" E). Pour connaître l'heure solaire moyenne en partant de l'heure civile, il faut donc en déduire un certain nombre de minutes (concordance des temps), nombre qui augmente d'est en ouest et que l'on trouve à la fig. 11.

### 3.3. Les conséquences sur l'ombre observée

Le parcours du soleil dans le ciel d'un point donné est donc fonction de l'heure vraie. Le point le plus élevé sur l'horizon atteint par le soleil chaque jour se trouve situé exactement au sud, c'est-à-dire au midi vrai. C'est à ce moment-là que, pour le jour en question, l'ombre portée est la plus courte. Comme le midi vrai ne correspond jamais chez nous avec le midi civil, l'ombre la plus courte observée n'est donc jamais réalisée à 12 h civil, mais aux environs de 12 h 30, donc à un moment où on s'attendrait à ce que les ombres commencent à s'allonger.

Pour illustrer notre propos, nous avons dessiné la projection de l'ombre d'un pare-soleil établi pour une fenêtre carrée de côté a devant lui porter ombre toute la journée du 21 juin et cela dans diverses conditions:

- a) le 21 juin, à deux heures symétriques par rapport au midi civil, à savoir à 9 h et à 15 h civiles (fig. 12),
- b) à la même heure civile (9 h civiles), à 2 jours symétriques par rapport au solstice, c'est-à-dire présentant des déclinaisons identiques, à savoir les 15 mai et 29 juillet (fig. 13).

Dans les deux cas, tout comme dans les démonstrations précédentes, on a considéré un point situé par 47°00'00" de latitude nord situé sur le méridien de l'Institut suisse de Météorologie (8°34' E).

### 3.4. Les cadrans solaires

L'utilisation la plus ancienne de l'ombre portée par un corps sur un mur est certes le cadran solaire. Cet instrument de haute précision a un défaut majeur pour nous. Il n'indique pas l'heure civile, ni même l'heure solaire moyenne, mais toujours l'heure solaire vraie. Pour permettre à l'observateur de passer de l'une à l'autre, on rencontre quelquefois sur l'une des branches du cadran une courbe en huit indiquant l'écart de l'ombre entre l'heure solaire vraie indiquée par le cadran et l'heure civile du lieu en fonction des différents mois de l'année. Il est alors possible de faire une translation de l'heure lue afin de connaître l'heure civile.

Si le dessin d'un cadran solaire ne dépend que de la latitude du lieu et de l'exposition du mur sur lequel il doit être dessiné, le calcul de cette courbe de correction dépend en outre de la longitude du lieu par rapport au méridien médian du fuseau horaire auquel il se rattache, ainsi que des saisons.

### 4. Réflexions finales

Avec l'augmentation de la précision des garde-temps – invention de l'horloge à quartz d'abord, de l'horloge atomique ensuite – on s'est rendu compte que le mouvement de rotation de la terre sur son axe n'était pas aussi uniforme qu'on l'avait admis jusque-là. Ce mouvement

de rotation tout comme celui de la translation de la terre autour du soleil, d'ailleurs, sont soumis à des influences d'origine cosmique. Les différences d'avec un mouvement uniforme sont de l'ordre d'une fraction infinitésimale de seconde d'un jour à l'autre et se manifestent aussi bien dans le sens positif que négatif. Elles n'ont donc aucune commune mesure avec les différences mentionnées plus haut (voir 3.2.2.) et sont parfaitement négligeables à l'échelle de notre démonstration ou du calcul subséquent des pare-soleil.

### 5. Remerciements

Nous tenons à exprimer ici notre reconnaissance à ceux qui nous ont aidé à mener à bien cette étude. Signalons dans ce sens MM. Kolai, stagiaire algérien qui a établi la plupart des courbes, Perret, technicien ETS qui a dessiné les figures, et Mlle Cavin à qui nous devons la dactylographie. Mais nos remerciements s'adressent également à notre beau-frère, M.M. Robert-Primault, architecte, qui ne nous a ménagé ni ses conseils ni ses critiques.

### 6. Bibliographie

#### 6.1. Données astronomiques

- The Nautical Almanac: For the Year 1966, London Her Majesty's Stationary Office 1964.
- H.O. Pub. No 214, Vol. V: Tables of computed Altitude and Azimuth. Latitudes 40° – 49°, Inclusive. U.S. Navy Hydrographic Office. 5 d.

#### 6.2. Ouvrages cités

- Lemans, A.: Communication personnelle. 1975.
- Primault, B.: Des particularités du solstice d'hiver; L'Impartial. No. 23964 du 11 janvier 1956.
- Primault, B.: Calcul de l'ombre portée. Etat de Vaud. Office cantonal de l'Urbanisme. Documents de l'Aménagement Régional No 1. Lausanne 1964. 3 pp + 5 fig. Réimprimé: Institut suisse de Météorologie. Rapport de travail No 35. 1974. 4 pp + 5 fig. hors-texte.
- Primault, B.: De l'utilisation de données météorologiques en architecture. Werk/Œuvre 4/75. 1975. Pp 389–400.

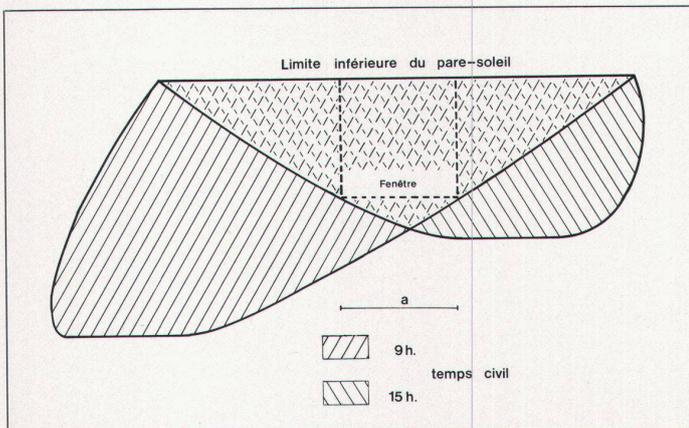


Fig. 12 Ombres portées par un pare-soleil (cas de la fig. 6) sur une façade exposée au sud le 21 juin à des heures symétriques par rapport au midi civil.

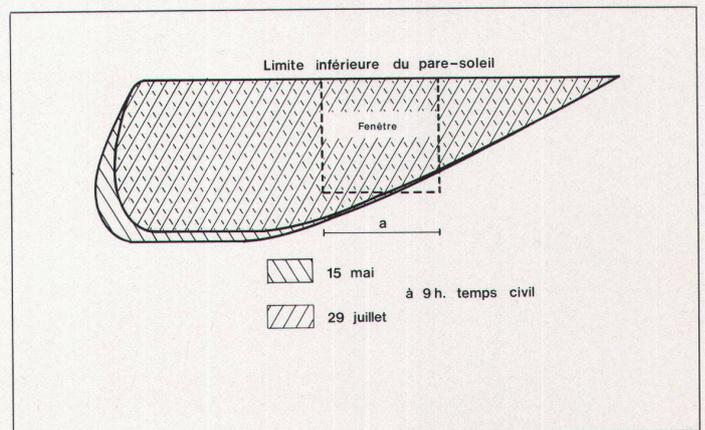


Fig. 13 Ombres portées par un pare-soleil (cas de la fig. 6) sur une façade exposée au sud à la même heure civile, mais à des jours symétriques (même déclinaison).