

www.e-rara.ch

Voyage Fait Par Ordre Du Roi En 1768

Cassini, Jean-Dominique de

A Paris ..., M. DCC. LXX

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 4135

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-997>

De l'usage des montres marines. Moyens de les employer à la détermination des longitudes en mer, épreuve nécessaire pour bien s'assurer de leur bonté avant de s'en servir. Troisième partie.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]



DE L'USAGE

DES MONTRES MARINES.

Moyens de les employer à la détermination des longitudes en mer, épreuve nécessaire pour bien s'assurer de leur bonté avant de s'en servir.

TROISIEME PARTIE.

AVANT que l'art de l'horlogerie eût été porté au point où il est présentement, on n'auroit jamais cru qu'une machine aussi délicate & aussi composée que l'est une horloge, pût être assez parfaite pour conserver pendant l'espace d'une année, & même de plusieurs mois, le mouvement le plus régulier, malgré la multiplication des frottemens & de mille incidens qui paroissent invinciblement devoir en altérer la régularité; cependant c'est ce qu'on a remarqué dans les observatoires les plus célèbres, où l'on possède aujourd'hui des horloges à pendule de la plus grande perfection. On peut donc regarder présentement ces horloges comme les machines les plus parfaites, les plus capables de conserver un mouvement régulier; & il ne s'agit, pour en étendre l'usage à l'utilité de la

navigation, que de s'occuper des moyens de les rendre portatives & indépendantes du mouvement du navire. Ces moyens une fois trouvés, il est facile de prouver qu'une bonne montre marine, qui représentera exactement à chaque instant l'heure du port d'où l'on est parti, offrira toujours la méthode la plus sûre & la plus commode pour déterminer la longitude en mer. Les autres moyens purement astronomiques que l'on a proposé d'employer à cette détermination, supposent un ciel presque toujours favorable (1), d'excellens instrumens, un observateur exercé, des tables exactes de la lune ou des fatellites de Jupiter. Il est vrai que par ces méthodes, des astronomes & des marins instruits (2) ont déterminé la longitude en mer avec précision; mais il ne faut pas croire que le commun des pilotes puisse jamais y parvenir, & surtout à la pratique des calculs, dont l'observation doit être suivie. Il étoit cependant à désirer, pour l'utilité générale de la marine, que la méthode de déterminer la longitude fût simple, d'un usage facile & à la portée du commun des marins. Les méthodes astronomiques dont je viens de parler souffrent à la vérité moins de difficultés dans l'usage, depuis que l'on construit chaque année en Angleterre un almanach nautique qui représente la distance de la lune à différentes étoiles, calculée pour un méridien donné; mais ces tables supposent des élémens qui ne sont pas encore assez constatés, la méthode d'ailleurs n'est que d'approximation; enfin quelque étendue que puissent avoir des tables pour suppléer à une partie des calculs, il en reste encore plus à faire que ne le peut un pilote dans bien des circonstances. Mais accordons pour un moment que les méthodes astronomiques méritent la préférence sur les montres, par l'impossibilité de donner à ces machines une perfection inaltérable pendant un long

(1) Dans notre traversée du Havre-de-Grace à l'isle Saint-Pierre proche de Terre-Neuve, c'est-à-dire dans l'espace de 42 jours, je n'ai compté que cinq ou six belles nuits où l'on eût pu observer la distance de la lune à quelque étoile; il n'y a eu que peu de jours où je n'ai pu déterminer la longitude du lieu du vaisseau par les montres.

(2) M. l'abbé Rochon & M. de Charnieres.

espace de tems : n'est-il pas certain , au moins d'après nos expériences , que les montres marines , même dans l'état où elles sont actuellement , sont susceptibles d'exactitude dans l'intervalle de plusieurs jours ? Par cela seul les montres marines ne feroient-elles pas encore de la plus grande utilité pour suppléer aux observations astronomiques dans les intervalles de tems où un ciel nébuleux & d'autres circonstances empêcheroient d'observer ? Les observations même ont besoin du secours d'une montre exacte qui puisse conserver à la seconde l'heure une fois déterminée , jusqu'au moment de l'observation.

L'usage d'une montre marine ne suppose ni observations délicates , ni grands calculs ; la montre représentera à chaque instant l'heure du port d'où l'on sera parti ; & toutes les fois que , soit par le soleil , soit par une étoile , on pourra déterminer l'heure vraie du lieu où l'on se trouvera , la différence de cette heure & de celle de la montre (réduite à l'heure vraie) donnera la différence des longitudes du lieu du vaisseau & du point du départ ; on pourra donc , par les montres , déterminer la longitude plusieurs fois dans le même jour : avantage que n'a encore aucun des autres moyens proposés jusqu'ici.

Pour mieux faire connoître la simplicité & la facilité de cette méthode de trouver la longitude en mer , entrons dans le détail de l'usage des montres marines ; on le trouvera toujours à la portée des marins les moins instruits.

Pour éviter tout calcul dans la détermination des longitudes , on réglera la montre sur le moyen mouvement : on lui fera ensuite marquer l'heure du tems moyen au midi vrai ; cette opération une fois faite dans le port d'où l'on doit partir , la montre marquera tous les jours les heures , minutes & secondes qu'indiquera la table des midis moyens calculés pour la position de ce port.

Quant à l'opération de régler la montre sur le moyen mouvement , elle est simple : une lunette fixée contre un mur ou arrêtée sur un support immobile , voilà tout l'appareil. A l'égard de l'observation , elle consiste à marquer pendant plusieurs

Facilité de l'usage
des montres ma-
rines.

Méthode facile
de les régler avant
de partir.

jours l'heure, la minute & la seconde de la montre à l'instant de la sortie d'une même étoile du champ de la lunette. Si l'intervalle de tems entre deux de ces observations, divisé par le nombre de jours qui se sont écoulés, est de 23 heures 56' 4", ce fera une preuve que la montre est sur le moyen mouvement; autrement on touchera aux pièces de la montre qui servent à l'avancer ou à la retarder; c'est au génie de l'horloger à procurer dans sa machine la facilité d'en gouverner le mouvement, & même à indiquer la loi de compensation proportionnelle aux écarts. On verra dans la description des montres de M. le Roy comment il a réussi à cet égard.

Pour faire marquer à la montre l'heure du tems moyen au midi vrai du port, la meilleure méthode est de déterminer le midi vrai par des hauteurs correspondantes du soleil; opération qui n'exige point des instrumens grands ni parfaitement divisés: une lunette appliquée à un limbe, sur lequel on aura marqué des points, donnera une précision suffisante. Au reste, lorsque les montres marines seront une fois parvenues à leur plus grande perfection, & que l'usage en sera universellement répandu, comme le salut des navigateurs & la conservation des vaisseaux en dépendra, je ne doute pas que le gouvernement, toujours attentif au bien public, ne procure à la marine les facilités nécessaires, telles que des instrumens dans chaque port, & ne charge un observateur du soin de garder les montres de chaque vaisseau, de les examiner, de les régler & de les mettre en état d'être remises au capitaine du bâtiment au moment de son départ.

Vérification des
montres dans les
relâches.

Si, dans le cours de la navigation, on relâche dans quelque endroit, on ne négligera point les occasions de reconnoître par l'observation des étoiles fixes, comme je viens de l'indiquer ci-dessus, si la montre a toujours conservé le mouvement qu'elle avoit en partant, c'est-à-dire, si elle donne toujours 23 heures 56' 4" pour l'intervalle entre deux retours consécutifs d'une même étoile au même point d'une lunette fixe. Si la longitude du lieu où l'on se trouve est parfaitement déterminée, on la comparera avec celle que lui donne la montre; s'il y a quelque différence, on aura égard à cette

erreur dans les longitudes qu'indiquera la montre dans la traversée suivante, jusqu'à une nouvelle vérification dans un autre lieu (1).

Quoique je paroisse jusqu'ici donner la préférence aux montres marines pour la détermination des longitudes en mer, je suis bien éloigné d'exclure les méthodes astronomiques; lorsqu'elles pourront être faites avec toute l'exactitude requise, elles seront d'un très-grand poids & de la plus grande ressource pour les montres: je conseille donc d'y avoir recours autant qu'il sera possible dans les traversées, afin de comparer la longitude qui en résultera à celle que donnera la montre marine, & de rassurer par cette vérification la confiance du navigateur. Mille circonstances, il est vrai, ne permettront pas toujours d'employer ce moyen, un ciel peu favorable, l'incapacité de ceux qui se trouveront sur le vaisseau; ne seroit-il pas avantageux, d'après cette considération, d'avoir sur chaque bâtiment deux montres marines réglées ensemble; une comparaison journalière faite entre elles assureroit de la régularité de leur marche, avertiroit des erreurs & des écarts qu'elles pourroient éprouver. Cette vérification, quoiqu'indirecte & incapable de fixer la quantité de l'erreur, ne laisseroit pas d'être utile, en prévenant les marins contre la confiance qu'ils pourroient avoir dans une mauvaise montre.

Telles sont les opérations qui concernent l'usage des montres dans la détermination des longitudes en mer; il me reste à parler plus particulièrement de celle qui est aussi essentielle & la plus fréquente, la recherche de l'heure vraie du lieu du vaisseau; je crois qu'on peut la rendre aussi facile que les autres, & également à la portée de tous les pilotes.

La détermination du moment du midi par l'observation du soleil à sa plus grande hauteur, est trop incertaine pour qu'on puisse l'employer avec confiance. Après plusieurs essais, j'ai

Vérification dans
les traversées.

Méthode de trou-
ver l'heure en
mer.

(1) On a vu dans la seconde partie de cet ouvrage, comment, dans le calcul des longitudes données par les montres, j'ai eu égard aux erreurs reconnues dans les vérifications antérieures. (Voyez résultats des observations de Cadix & de Brest.)

reconnu qu'elle pouvoit donner un degré entier d'erreur dans la longitude ; le soleil proche du méridien ne paroît pas monter ni descendre sensiblement pendant l'espace de plusieurs minutes ; le mouvement du vaisseau , les instrumens qu'on emploie rendent cette détermination de l'heure vraie absolument défectueuse. Je n'en parle ici que pour prévenir les marins peu instruits , qui seroient encore portés à l'employer , par la facilité avec laquelle elle paroît donner directement l'heure sans aucun calcul ; ce qui paroissoit suffisamment exact jusqu'ici pour régler des sabliers , ne l'est plus assez pour l'usage des montres marines.

Le coucher ou le lever du soleil offre une méthode assez exacte de déterminer l'heure vraie ; l'observation en est aisée à faire & courte à calculer , mais il faut que l'horison soit bien pur , ce qui se trouve rarement , excepté dans les beaux climats. Dans la traversée du Havre-de-Grace à l'isle Saint-Pierre , je n'ai pu observer que trois fois l'immersion du soleil dans l'horison.

La méthode de déterminer le midi vrai par des hauteurs correspondantes seroit sans doute d'une très-grande exactitude , mais elle n'est pas toujours praticable , elle exige que le soleil soit visible le matin & le soir à la même hauteur , il faut attendre les observations du soir pour avoir le résultat : enfin une observation dont l'heure est fixée , est souvent incommode à un marin , qui n'est pas toujours maître du moment ; il ne négligera cependant pas d'employer cette méthode simple & facile toutes les fois que le ciel le lui permettra & qu'il en aura le loisir.

La méthode de déterminer l'heure vraie par des hauteurs absolues , est certainement d'un usage plus commode que les précédentes , plus fréquent , & souvent plus propre à l'usage des montres marines ; on peut l'employer avant & après midi , il suffit que le soleil paroisse l'espace de 6' dans la journée ; au défaut du soleil , les étoiles fixes offriront le même secours pendant la nuit. Dans le calcul de l'heure vraie par ces hauteurs , il suffit de connoître à peu près la latitude du lieu où l'on est , l'observation de la hauteur méridienne du soleil , & le chemin

chemin estimé fait dans un court intervalle, donneront cette latitude suffisamment exacte; plusieurs minutes d'erreur dans la latitude n'en produiront que quelques secondes dans l'heure qui en résultera.

Si quelque chose pouvoit empêcher d'adopter cette méthode, ce seroit le calcul que l'observation exige & auquel se livreroient peut-être avec peine des pilotes accoutumés aux seules opérations mécaniques & peu correctes du quartier de réduction (1); il seroit donc avantageux & utile pour la commodité des marins & pour leur faciliter l'usage des montres marines, de débarrasser de tout calcul la méthode de trouver l'heure en mer, en construisant des tables qui marqueroient l'heure correspondante à la hauteur, à la déclinaison de l'astre observé, & à la latitude du lieu. Je me suis livré d'autant plus volontiers à ce travail, qu'il servira autant à prévenir les erreurs de ceux qui voudront se donner la peine de calculer, qu'à épargner aux autres l'embarras du calcul. On trouvera à la fin de cette troisième partie une esquisse de ces tables, que l'on pourra étendre par la suite autant qu'il sera nécessaire.

L'académie avoit déjà proposé pour prix en 1720 la meilleure maniere de déterminer l'heure en mer: je viens de prouver que ce ne sera que par l'observation des hauteurs absolues du soleil & des étoiles, dans le tems où ces astres montent ou descendent sensiblement par rapport à l'horison. Mais l'instrument le plus commode, le plus exact pour faire cette observation, voilà ce qui reste à chercher, ce que l'académie a proposé pour prix en 1729, & ce qui mérite l'attention & les recherches des artistes. Les octans à lunette sont regardés comme les meilleurs instrumens dont on se soit jusqu'ici servi

(1) Comme mon but est ici de rendre l'usage des montres marines & la méthode de trouver l'heure en mer, facile à tous les marins, on me permettra, en parlant généralement, de dire que la plupart des pilotes ne sont guere capables d'un calcul plus relevé que celui du quartier de réduction. Il y a au reste des exceptions en tout; & quand ils seroient tous instruits, ce n'en sera pas moins un avantage & un mérite de plus aux montres, d'être dans l'usage, à la portée des moins habiles.

en mer ; on peut obtenir, en faisant l'observation avec exactitude, la hauteur de l'astre à 2 ou 3' près, & l'heure dans certains cas à 15 ou 20". Mais il seroit à désirer que l'on pût parvenir à une plus grande précision, en perfectionnant les octans ou autres instrumens quelconques ; il faudroit d'abord les débarrasser, s'il étoit possible, de tout ce qui est susceptible d'altération, je veux parler des miroirs dans les octans, les rendre aussi simples que les instrumens dont on se sert à terre, leur donner l'avantage de pouvoir se passer de l'horison de la mer, qui est un terme la plupart du tems fort incertain & la principale source des erreurs dans la hauteur ; j'ai été souvent dans le cas, dans les parages de Terre - Neuve, de juger combien cette dernière perfection seroit essentielle aux octans ; l'honneur de perfectionner ces instrumens ou d'en imaginer de plus parfaits, est réservé aux marins qui sont plus à portée de connoître les effets que peuvent produire l'agitation & les secousses du vaisseau : nous les invitons à s'occuper d'un objet si digne de leur zele.

Degrés de confiance que les marins doivent avoir dans les longitudes déterminées par les montres.

Cette difficulté de déterminer avec la dernière précision l'heure en mer, par le défaut d'instrumens assez parfaits, doit empêcher les marins de donner trop de confiance à la longitude déterminée par les montres marines ; j'ai déjà remarqué que l'observation ne peut donner l'heure vraie qu'à 20" près, tant que les octans ne donneront la hauteur absolue de l'astre qu'à 2 ou 3' près de la véritable, & tant qu'ils dépendront d'un horison mal terminé (1). Si l'on ajoute à ces 20" d'erreur de la part de l'observation 1 ou 2' de la part de la montre (erreur qui ne doit point paroître exorbitante après un intervalle de deux ou trois mois), il est évident que l'on ne pourra compter la plupart du tems qu'à un demi

(1) L'on verra bientôt, dans l'explication de l'usage des tables horaires, que cette erreur dans l'heure vraie pourra encore être augmentée par l'incertitude de quelques minutes dans la latitude du lieu où l'on est ; aussi je pense qu'on ne doit point se flatter d'obtenir toujours l'heure vraie en mer plus exactement qu'à 30 secondes près ; je mets peut-être les choses au pis, c'est ce que l'on doit faire dans l'appréciation des erreurs.

degré près sur la longitude déterminée par les montres marines ; différentes circonstances pourront augmenter ou diminuer cette erreur : par exemple , si l'observation a été faite par un ciel favorable , s'il n'y a que peu de tems écoulé depuis le départ , on aura lieu d'espérer une détermination plus exacte ; d'ailleurs l'avantage que j'ai proposé d'avoir deux montres sur chaque vaisseau , mettra les marins à portée de juger , par les différences qu'il y aura entre elles , s'il y a à craindre des erreurs considérables de leur part : en ce cas ils auront recours aux observations astronomiques. Si le résultat bien constaté de ces observations , faites avec la plus grande exactitude , diffère de celui des montres , cette erreur ne doit point faire abandonner les machines. En effet , quoiqu'une montre n'ait point été assez parfaite pour conserver , depuis le moment du départ jusqu'alors , le mouvement le plus régulier , elle le fera néanmoins assez pour se conserver , pendant quelque tems des jours suivans , à peu près dans l'état où elle se trouve au moment de la vérification ; & comme on n'aura peut-être pas tous les jours occasion de faire des observations astronomiques , l'erreur de la montre étant une fois connue , on pourra , en y ayant égard dans les longitudes qu'elle donnera , s'en servir dans les jours suivans , jusqu'à ce que le tems & les circonstances permettent de faire de nouvelles observations & une nouvelle vérification de la montre. Si les méthodes astronomiques ne sont pas assez familières aux marins , ils attendront à la première relâche à vérifier leurs montres de la manière que j'ai indiqué plus haut , & jusqu'alors ils combineront les résultats de leur estime avec ceux des montres , pour en déduire une longitude plus approchée du vrai. Cette dernière considération doit donc engager les marins à ne pas négliger les moyens d'approximation dont ils se sont servis jusqu'ici pour estimer la longitude de leur vaisseau. L'usage des montres seroit plus dangereux qu'utile à la marine , s'il inspiroit aux pilotes une trop grande confiance , s'il leur faisoit perdre l'habitude du travail & négliger la précision & la délicatesse de l'estime : je pense au contraire que leur émulation doit en être plus excitée ; en voyant la différence entre leur point & la lon-

gitude des montres marines, ils chercheront à découvrir les causes de leurs erreurs, & acquerront plus de délicatesse dans leur façon d'estimer le chemin & les routes.

Je termine ces réflexions sur l'usage des montres marines par cette dernière remarque. On ne peut assez compter sur la longitude des lieux terrestres, déterminés par un petit nombre d'observations, pour la préférer, sans plus d'examen, à celle que donneront les montres marines, & condamner celles-ci, d'après la comparaison de leurs résultats à ceux qu'ont souvent donné les observations, même astronomiques, faites à la hâte. On a vu ce que j'ai rapporté au sujet de la longitude de Cadix. On invite donc les marins à s'occuper dans leurs différentes relâches de déterminer bien exactement la longitude du port où ils se trouvent par les montres marines, & d'y joindre ensuite, autant qu'ils pourront, les déterminations astronomiques : la géographie acquerra par-là une nouvelle perfection dont elle leur fera redevable.

Je crois avoir suffisamment prouvé que les montres marines offrent le moyen le plus facile pour déterminer la longitude en mer, & qu'elles méritent à ce titre la préférence sur tous les autres instrumens proposés pour le même objet ; il est heureux que l'on n'ait point été effrayé par tous les obstacles qui se présentent ; le mouvement continuel du vaisseau excluait toutes les horloges à pendule, celles précisément qui paroissent les seules susceptibles de marquer l'heure avec l'exactitude nécessaire pour les observations astronomiques & la détermination de la longitude. Les montres à ressort sembloient ne pouvoir donner qu'une précision suffisante à l'usage civil : il est vrai que la perfection que l'on a donnée depuis peu aux montres de poches qui marquent les secondes, & ne se dérangent pas sensiblement dans l'espace de 24 heures, sembloit annoncer que l'on parviendroit bientôt à se passer du pendule & à employer les ressorts avec succès.

Une seconde difficulté commune aux horloges sur terre & sur mer, & la plus grande certainement à surmonter, provenoit de la différente température de l'air qui influe sur les métaux & altere la régularité des mouvemens des rouages. Il y a

déjà plusieurs années que l'on a appliqué à la verge des pendules des piéces de compensations qui remédient en partie à cette altération ; ce n'a été que par tâtonnement que l'on est parvenu à cette correction , en exposant les pendules à un froid & à une chaleur artificielle. Mais on ne peut imiter la différence des climats où une montre marine est sujette à être transportée , ni l'humidité de la mer , à laquelle elle est sans cesse exposée : ces deux causes sont sans doute les plus grands obstacles à la perfection des montres marines. L'expérience seule donnera des lumiéres sur cet article important ; l'on a vu , dans l'épreuve des montres de M. le Roy , que l'une de ces machines a été sensible à l'humidité des brumes du Banc de Terre-Neuve , & l'autre à la chaleur ; nos observations à ce sujet , dans tout le cours de notre voyage , ont fourni à l'auteur de nouvelles idées , & nous ne doutons point qu'il ne parvienne incessamment à la perfection désirée , ayant été à portée de connoître les causes & leurs effets dans les petits dérangemens qu'ont éprouvé ses montres.

Enfin un mérite aussi essentiel dans une montre marine , que celui d'être invariable aux agitations du vaisseau & à la différente température de l'air , est la simplicité de la construction. Une montre marine devroit être telle que tout horloger fût en état de l'exécuter ; une machine si composée que sa construction exigeroit le travail & les soins du seul inventeur , qui ne pourroit être réparée en cas d'accident que par sa main , enfin qui coûteroit un prix au-dessus de la faculté des navigateurs , une telle montre , dis-je , ne seroit qu'une piéce curieuse , mais inutile dans la pratique. Les montres de M. le Roy paroissent avoir cet avantage de simplicité qui annonce le génie de l'auteur.

L'artiste qui , dans la construction d'une montre marine , croit avoir réuni tous les avantages que nous venons d'exposer , n'aura plus qu'un pas à faire pour s'assurer du succès , celui d'appeller l'expérience pour juge. Il seroit à désirer qu'avant de livrer son ouvrage il se donnât la peine de le vérifier lui-même , de suivre la marche de sa montre , non pendant quelques mois , mais pendant une année entière ; il auroit

L'avantage sur les astronomes de pouvoir remédier sur le champ aux imperfections qu'il remarqueroit, & il en découvroit mieux les causes. Cette vérification exige des observations bien faites : il ne suffit pas de comparer une montre de tems en tems à une pendule réglée à peu près par le secours d'un cadran ou d'une méridienne, il faut suivre la méthode des astronomes, employer les observations les plus exactes, qui d'ailleurs ne demandent qu'un peu d'habitude dans la pratique. Ce que j'exigerois encore de l'artiste, c'est qu'il s'appliquât à faire marcher ensemble deux montres de la même construction, ce que je regarde comme très-difficile : c'est aussi une des vérifications les plus simples & les plus exactes qu'il puisse employer. Une montre ainsi éprouvée par la main de son auteur, auroit plutôt atteint la perfection désirée, que des astronomes ne feroient plus que confirmer par des opérations plus délicates & plus authentiques. Mais il faut convenir que les soins d'un habile artiste ne sont pas assez payés en France pour qu'il ne soit plutôt occupé de multiplier ses ouvrages que de les perfectionner. Les plus habiles horlogers sont ceux qui font le moins de montres, & qui sacrifient ainsi leur fortune à leur réputation.

J'ai toujours vu avec étonnement que la montre du sieur Harrison, qui promettoit une si grande précision par les talens, les soins & le tems que ce célèbre artiste avoit employés à sa construction, n'avoit point été assez éprouvée à terre, soit par lui-même, soit par les astronomes Anglois, avant d'être exposée sur mer. Quoiqu'on ne puisse douter qu'une montre qui aura bien été sur mer, ne doive aller encore mieux à terre, tandis que celle qui n'a été éprouvée que sur terre ne donne qu'une légère confiance sur la manière dont elle doit se comporter dans le vaisseau, il est toujours avantageux de suivre à terre, dans de courts intervalles de tems, la marche d'une montre : ce qu'on ne peut exécuter en mer par la longueur des traversées. Les plus mauvaises montres sont celles qui paroissent souvent avoir marché plus régulièrement au bout d'un long espace de tems ; tantôt elles avancent, tantôt elles retardent : il peut se faire ainsi des compensations d'erreur. La

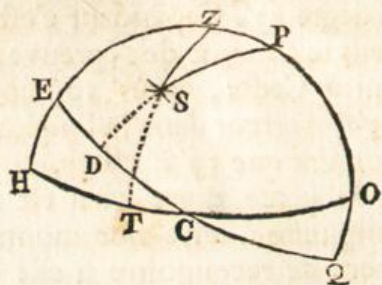
vérification des montres de M. le Roy en offre un exemple : du Havre-de-Grace à Brest, au bout de 161 jours, si l'on n'a point égard aux vérifications intermédiaires, la montre *A* donne 2 degrés 44' d'erreur dans la longitude, & la montre *S* 1 degré 23'. Cependant c'est cette montre *S* qui a été sujette, dans le courant de l'épreuve, à des variations plus grandes, & qui à Cadix, après 109 jours d'épreuve, a donné 1 degré 45' $\frac{1}{4}$ d'erreur dans la longitude, tandis que la montre *A* ne donnoit que 59' d'erreur.

Je pense donc qu'il est absolument nécessaire de vérifier long-tems à terre une montre marine avant de l'exposer sur mer, de reconnoître si elle est susceptible de conserver pendant plusieurs mois le même mouvement, de la comparer très-fréquemment dans de courts intervalles à une bonne pendule éprouvée depuis long-tems, afin de suivre, pour ainsi dire, pas à pas sa marche. C'est de cette manière que les montres de M. le Roy ont été éprouvées par les commissaires de l'académie avant qu'on ait pensé à en faire l'épreuve sur mer. La conduite de ces savans juges est la plus grande autorité dont je puisse appuyer ce que j'ai avancé dans ces réflexions.



CONSTRUCTION DES TABLES HORAIRES.

SOIT un cercle $HZPQ$ qui représente un méridien, HCO l'horizon, Z le zenith, ECQ l'équateur, P le pôle du monde. Soit en S le soleil parvenu à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon. Si l'on fait passer par ce point S le vertical ZST & le cercle de déclinaison PSD , on aura un triangle sphérique ZPS , dans lequel PS est la somme ou la différence de la déclinaison du soleil & de 90 degrés, ZS la somme ou la différence de la hauteur du soleil & de 90 degrés; ZP est le complément de la hauteur du pôle, & l'angle ZPS mesure la distance du soleil au méridien : on l'appelle l'angle horaire.



Toutefois donc que l'on connoîtra la hauteur & la déclinaison du soleil avec la hauteur du pôle du lieu où l'on est, on trouvera, par le calcul, la distance du soleil au méridien, & par conséquent l'heure vraie.

Il est donc facile de calculer toutes les distances au méridien qui conviennent à chaque hauteur du soleil, à chaque déclinaison, sous une même latitude donnée. On supposera, par exemple, la valeur des côtés ZS & ZP constante & faisant varier le côté PS , ou la déclinaison; on calculera l'angle ZPS pour chaque variation; l'on aura ainsi une table de tous les angles horaires correspondans à une même hauteur du soleil, sous une même latitude, & pour chaque déclinaison du soleil.

C'est ainsi que j'ai calculé les tables suivantes : j'ai supposé le soleil à 10, 15, 20... 55, 60 degrés de hauteur, & dans chacune de ces suppositions j'ai calculé l'angle horaire correspondant à tous les degrés de déclinaisons du soleil méridionales & boréales, de degrés en degrés, depuis 0 degré jusqu'à

23 degrés 29', plus grande déclinaison observée du soleil, sous 18 latitudes différentes. On voit à la tête de chaque table la hauteur apparente du bord supérieur du soleil, à laquelle appartiennent tous les résultats compris dans cette table. Dans la première colonne horizontale sont les différentes latitudes de degrés en degrés, depuis 34 jusqu'à 51 degrés. Dans la première colonne verticale sont les déclinaisons du soleil, tant méridionales que septentrionales. Toutes les autres colonnes renferment les angles horaires ou distances du centre du soleil au méridien, correspondantes aux trois élémens précédents.

J'ai cru qu'il suffiroit, dans des tables horaires, pour la commodité des marins, de déterminer les angles horaires pour 11 hauteurs différentes du soleil, de 5 en 5 degrés, depuis 10 jusqu'à 60 degrés; mes tables ne s'étendent non plus que sous 18 latitudes de degrés en degrés, depuis 34 jusqu'à 51 degrés, qui est à peu près l'étendue en latitude de mon voyage. Si par la suite l'usage des montres est généralement reçu dans la marine, & si les marins honorent de leurs suffrages les tables horaires, dont je ne donne ici qu'une esquisse, il sera facile de les étendre autant qu'il sera nécessaire sous toutes les latitudes & pour un plus grand nombre de degrés de hauteurs du soleil.

Dans le calcul des angles horaires, j'ai eu égard à la réfraction convenable à la hauteur du soleil & au diamètre qui varie selon la déclinaison.

J'ai mis à la tête de chaque table la hauteur apparente du bord supérieur du soleil, plutôt que celle du bord inférieur, qui est celle que l'on prend le plus communément avec l'octant. Ce choix étoit d'abord assez indifférent; j'ai remarqué d'ailleurs qu'il y a des occasions où l'observation est plus facile en prenant la hauteur du bord supérieur du soleil. Le matin, par exemple, il m'a semblé qu'il étoit plus aisé de distinguer l'instant où le soleil venant à s'élever, la ligne de l'horison commence à mordre sur son limbe supérieur, que celui où son limbe inférieur s'en détache; par cette même raison le soir c'est la hauteur du bord inférieur que l'on pourra prendre; cela dépend encore beaucoup de la netteté avec laquelle

l'horifon fe détache de deffus le ciel. Enfin nos tables pouvant être utiles quelquefois même à terre, auront l'avantage de donner la hauteur du même bord que celui que l'on prend avec les quarts de cercles. L'usage que l'on pourra faire, même fur terre, de nos tables, m'a engagé à en calculer une particulière pour la latitude de Paris; il fera souvent avantageux à un observateur de déterminer directement l'heure par une simple observation de hauteur.

Usage des tables horaires pour déterminer, sans calcul, l'heure vraie en mer, la latitude d'un lieu, l'erreur d'un instrument.

Le premier usage de nos tables horaires, le principal objet pour lequel elles ont été calculées, est de déterminer l'heure vraie d'après la connoissance de la latitude du lieu, de la hauteur du soleil & de sa déclinaison; mais en remplissant cet objet, elles satisfont en même tems à deux autres, comme il est facile de s'en appercevoir.

D'après la construction de ces tables, on voit qu'elles renferment les valeurs de quatre parties du triangle ZPS; savoir, le complément ZP de la latitude, SP qui est déterminé par la déclinaison du soleil, ZS par sa hauteur, & l'angle honaire ZPS. La connoissance de trois de ces parties quelconques doit donner celle de la quatrième.

Si par observation on peut déterminer l'angle horaire ZPS, si d'ailleurs on connoît la hauteur & la déclinaison du soleil ou les valeurs de ZS, ZP, les tables renfermeront la quatrième partie, c'est-à-dire, la latitude du lieu qui doit répondre aux trois autres données. C'est donc un second avantage de nos tables de donner la latitude d'un lieu dans certains cas avec assez de précision.

De même si l'on connoît l'angle horaire ZPS, la latitude ou ZP, & la déclinaison du soleil ou SP, les tables donneront la quatrième partie ZS, qui détermine la hauteur absolue du soleil: de-là un troisième usage de nos tables: car l'on pourra découvrir l'erreur d'un instrument, en comparant la hauteur

absolue qu'elles déterminent, à la hauteur apparente qu'a donné l'instrument.

Des exemples détaillés sur chacun de ces objets éclairciront davantage cette matière.

Déterminer l'heure vraie par le secours des tables.

I°. Le 2 juillet au soir, se trouvant 34° de latitude, on a pris en mer avec l'octant la hauteur du bord inférieur du soleil de $9^{\circ} 32'$.

Lorsque les trois données se trouvent directement dans les tables.

Réduisez d'abord cette hauteur apparente du bord inférieur du soleil observé, à celle du bord supérieur.

Hauteur du bord inférieur, prise avec l'octant . . .	$9^{\circ} 32'$
Ajoutez-y le diamètre entier du soleil pour le jour de l'observation. (Voyez connoissance des tems.) . . .	$+ 32$
Retranchez la quantité dont la hauteur du vaisseau vous élève les astres sur l'horison. (Voy. Bouguer.)	$- 4$

Hauteur qu'il faut chercher à la tête des tables, (page ij.)	$10^{\circ} 0'$

Prenez ensuite la déclinaison du soleil au moment de l'observation; je la suppose de 23° septentrionale.

Cherchez maintenant dans la table du 10° degré de hauteur du soleil (page ij) l'angle horaire qui répond verticalement sous 34° de latitude, & horizontalement à 23° de déclinaison septentrionale (1), vous trouverez $6^h 15' 20''$, *angle horaire & heure vraie cherchée du lieu où vous étiez au moment de l'observation.* Si cette observation eût été faite le matin, l'heure vraie cherchée eût été le complément à 12^h de cet angle horaire donné par les tables.

Lorsque la latitude n'est pas directement dans les tables.

II°. Si la latitude par laquelle on s'estimoit au moment de

(1) Si l'on se trouvoit par 34 degrés de latitude dans l'hémisphère méridional, il faudroit changer la dénomination de la déclinaison. Ainsi dans cet exemple, la déclinaison du soleil étant 23 degrés septentrionale, il faudroit chercher dans les tables pour 23 degrés de déclinaison méridionale.

l'observation eût été de $34^{\circ} 20'$, les autres données restant d'ailleurs les mêmes que dans l'exemple précédent,

Prenez dans la table du 10° degré de hauteur du soleil, (page ij)

L'angle horaire qui répond à 23° de déclinaison septentrionale, & à 34° de latitude. $6^h 15' 20''$

L'angle horaire qui répond à 23° de déclinaison septentrionale, à 35° de latitude. $6 \ 17 \ 11$

Différence des angles horaires pour 1° de latitude de 34° à 35° $1 \ 51$

Donc : différence des angles horaires pour $20'$ de latitude. 37

Or : de 34 à 35° de latitude, les angles horaires vont en augmentant ; donc à $6^h 15' 20''$, angle horaire correspondant à 34° de latitude, il faut ajouter $37''$ qui répondent à $20'$ de latitude, pour avoir $6^h 15' 57''$, angle horaire & *heure vraie cherchée* (puisque l'observation s'est faite le soir) *pour $9^{\circ} 32'$ de hauteur observée du bord inférieur du soleil, 23° de déclinaison & $34^{\circ} 20'$ de latitude.*

Remarque. On voit, dans cet exemple, que 1 deg. de latitude de différence ne produit que $1' 51''$ de variation dans les angles horaires ; qu'ainsi quand on auroit eu dans la latitude estimée $10'$ d'erreur, on auroit obtenu l'heure vraie à moins de $20''$ près. Mais il est des cas où une erreur de $10'$ dans la latitude en produira une de plus d'une minute dans l'heure vraie. En général, plus la latitude par laquelle on se trouvera sera grande, plus il sera à desirer de la connoître avec exactitude, sur-tout dans les grandes déclinaisons méridionales du soleil, où le mouvement de l'angle horaire pour 1 deg. de latitude est le plus considérable, & où par conséquent les erreurs des minutes dans la latitude produisent le plus d'erreur de secondes dans l'heure vraie. C'est ce que l'on est à portée de vérifier par la comparaison des angles horaires de nos tables. Au reste, la latitude sera rarement susceptible de plusieurs minutes d'erreur, toute les fois qu'on aura pu à midi observer la hauteur méridienne du soleil ; & l'estime du chemin parcouru dans

l'intervalle de ce moment à celui des hauteurs absolues, donnera toujours aisément la latitude du point d'arrivée à 3' ou 4' près.

III°. Si la déclinaison du soleil eût été de 23 deg. 10', les autres données restant d'ailleurs les mêmes que dans le premier exemple,

Lorsque la déclinaison n'est pas directement dans les tables.

Prenez dans la table du 10° degré de hauteur du soleil (page ij).

L'angle horaire qui répond à 34° de latitude, & à 23° de déclinaison 6^h 15' 20^{''}

L'angle horaire qui répond à 34 deg. de latitude, & à 23° 29' de déclinaison 6 16 43

Différence des angles horaires pour 29' de déclinaison, 1' 23^{''}

Donc différence des angles horaires pour 10' de déclinaison 28^{''}

Or : de 23° à 23° 29' de déclinaison, les angles horaires vont en augmentant : donc à 6^h 15' 20^{''}, angle horaire, qui répond à 23° de déclinaison, ajoutez 28^{''} qui répondent à 10' de déclinaison, & vous aurez 6^h 15' 48^{''}, angle horaire & heure vraie cherchée, pour 9° 32' de hauteur observée du bord inférieur du soleil ; 34° de latitude, & 23° 10' de déclinaison.

Remarque. L'on n'aura jamais d'erreur à craindre dans l'heure vraie de la part de la déclinaison, parce que l'on pourra toujours la connoître à 1' près. La connoissance des tems la donne chaque jour pour le moment du midi à Paris. On sçaura, par les montres marines, l'heure qu'il est à Paris au moment où l'on observe sur le vaisseau ; on calculera donc la déclinaison du soleil pour l'heure de la montre réduite à l'heure vraie de Paris. L'exemple suivant va donner un modele de ces différens calculs ; j'y appliquerai le calcul de l'heure vraie à la détermination de la longitude par la montre marine.

IV°. Le 21 juillet 1768, au matin, se trouvant par 46° 6' de latitude, on a pris en mer, avec l'octant, la hauteur du bord supérieur du soleil de 34° 59'. La montre marine marquoit, au moment de cette observation, 12^h 40' 51^{''}. (On suppose

Calcul de l'heure vraie & de la longitude.

qu'avant de partir cette montre a été mise sur l'heure du tems moyen au midi vrai d'un port, tel que le Have-de-Grace, & qu'elle a toujours suivi le moyen mouvement).

Trouver l'heure vraie & la longitude du lieu du vaisseau au moment de l'observation.

Hauteur du bord supérieur du soleil	34° 59'
Retranchez-en la quantité dont la hauteur du vaisseau vous élevoit l'astre.	— 5
Ayez égard à l'erreur de votre instrument . . .	
Quantité dont je suppose qu'il baïffoit	+ 6
Hauteur qu'il faut chercher à la tête des tables, . . .	<u>35° 0'</u>

Cherchez maintenant la déclinaison du soleil au moment de votre observation faite sur le vaisseau; mais comme vous n'avez dans les éphémérides, ou dans la connoissance des tems, la déclinaison du soleil que pour la vraie heure de Paris, cherchez donc, par la montre marine, l'heure vraie de Paris au moment de l'observation du vaisseau, pour pouvoir calculer la déclinaison du soleil à cet instant.

Pour cet effet,	
L'heure de la montre.	12 ^h 40' 51"
Retranchez-en l'avance (ou ajoutez le retard) du tems moyen au midi vrai le 21 juillet (voyez connoiss. tems)	<u>5' 55" 24'''</u>
Heure vraie du Havre-de-Grace.	12 34 55 36
Ajoutez-y la différence des méridiens du Havre-de-Grace & de Paris	8 56 15
Heure vraie de Paris au moment de l'observation faite sur le vaisseau.	<u>12 43 51 51</u>

Tirez maintenant de la connoissance des tems la déclinaison du soleil pour cette heure.

Déclinaison du soleil le 21 juillet au midi de Paris.	septentrionale. 20° 22' 8"
le 22	20 10 8
Mouvement en 24 heures.	<u>12'</u>
Donc, mouvement en 43' 51" 51'''	21"

La déclinaison va en diminuant du 21 au 22; retranchez donc ces 21" de la déclinaison du 21 juillet, & vous aurez 20° 21' 47", déclinaison du soleil à 12^h 43' 51" 51"', heure de Paris, c'est-à-dire, au moment de l'observation du vaisseau.

Il s'agit donc de trouver par les tables l'angle horaire qui appartient à 35° de hauteur du bord supérieur du soleil, 46° 6' de latitude; & 20° 21' 47" de déclinaison septentrionale.

Lorsque ni la latitude ni la déclinaison ne se trouvent directement dans les tables.

Prenez dans la table du 35° degré de hauteur du soleil, (page xij.)

L'angle horaire qui répond à 46° de latitude, & 20° de déclinaison septentrionale. . . . 4^h 1' 12"

L'angle horaire qui répond à 46° de latitude, & 21° de déclinaison septentrionale. . . . 4 5 6

D'où l'on déduit (voyez exemple III) l'angle horaire qui répond à 46° de latitude, & à 20° 22' de déclinaison, de 4^h 2' 38".

Cherchez de la même façon l'angle horaire qui répond à 47° de latitude, & à 20° 22' de déclinaison, vous le trouverez de 4^h 1' 59".

Retranchez l'un de l'autre ces deux derniers angles horaires trouvés, vous aurez 39" de différence pour 1° de latitude de 46 à 47°: donc pour 6' de latitude, la variation des angles horaires est de 5"; ôtez cette quantité de l'angle horaire que vous avez trouvé pour 46° de latitude & 20° 22' de déclinaison, le reste 4^h 2' 33" fera l'angle horaire cherché, qui répond à 46° 6' & 20° 22' de déclinaison septentrionale. Prenez le complément de cet angle horaire à 12^h (parce que l'observation s'est faite le matin), vous aurez 7^h 57' 27", *heure vraie du lieu du vaisseau le 21 juillet au moment de l'observation de la hauteur absolue du soleil au matin.*

D'après cela, pour déterminer la longitude, comparez,

L'heure vraie du lieu du vaisseau au moment de l'observation 7^h 57' 27"

Avec l'heure vraie de Paris au même moment, déduite de celle de la montre 12^h 43' 51' 51"'

Différence des heures, différence des longitudes de Paris & du vaisseau. . .	4 ^h 46' 24" 51'''
Réduite en degrés, longitude du vaisseau par rapport à Paris.	71° 36' $\frac{1}{4}$ occidentale

Si nos tables étoient calculées de degrés en degrés par rapport aux hauteurs du soleil, comme elles le sont par rapport aux latitudes & aux déclinaisons, on pourroit observer telle hauteur que l'on voudroit du soleil, sans s'embarasser si elle se trouveroit directement dans les tables; les parties proportionnelles donneroient alors l'angle horaire avec assez d'exactitude. Mais nous n'avons pu, du moins pour le moment, nous livrer à un travail aussi étendu. Nous espérons qu'il sera suffisant d'avoir calculé les angles horaires pour 11° de différentes hauteurs; ceux qui voudront, par le secours de nos tables, obtenir l'heure avec quelque exactitude, attendront que le soleil parvienne à une de ces hauteurs. En ce cas, il est évident que si l'on a coutume d'observer la hauteur du bord inférieur du soleil,

La différence du diamètre du soleil & de la quantité dont la hauteur de l'œil élève l'astre, augmentée ou diminuée de l'erreur que l'on connoît à son octant (augmentée s'il baisse, diminuée s'il hausse), est la quantité qu'on doit ôter des hauteurs qui sont dans la table, pour avoir celles auxquelles on peut prendre la hauteur du bord inférieur du soleil, pour trouver l'angle horaire exactement dans les tables.

Ainsi, soit diamètre du soleil,	31'
Élévation de l'astre par la hauteur de l'œil,	— 3
Erreur de l'octant qui hausse,	— 5

Quantité qu'il faut ôter des hauteurs du soleil des tables	23
--	----

Ainsi il faudra que l'observateur attende le bord inférieur du soleil à 9° 37', ou à 14° 37', ou à 19° 37', &c. de hauteur, pour pouvoir se servir des tables du 10^e, 15^e, 20^e degrés.

Mais si l'on observe la hauteur du bord supérieur, alors si l'octant élève les astres, *la somme de l'erreur de l'octant & de la*

la quantité de l'élevation de l'astre par la hauteur de l'œil doit être ôtée des hauteurs du soleil, qui sont dans la table, pour avoir celles où l'on doit attendre le bord supérieur du soleil.

Si l'octant abaisse les astres, la différence de l'erreur de l'oc-tant & de la quantité de l'élevation de l'astre, par la hauteur de l'œil, doit être ajoutée ou ôtée des hauteurs de la table, selon que l'erreur de l'instrument est plus grande ou plus petite que l'autre quantité.

Pour la plus grande exactitude dans la déduction de l'heure vraie, il faut tâcher de prendre les hauteurs absolues, au moins $2^h \frac{1}{2}$ avant que l'astre parvienne au méridien.

On peut également, avec le secours des mêmes tables que nous avons donné pour le soleil, déterminer l'heure vraie par la hauteur des étoiles fixes, dont la déclinaison ne passe pas $23^\circ 29'$.

En effet, ayant pris la hauteur absolue d'une étoile, on cherchera dans nos tables l'angle horaire correspondant à cette hauteur, à la déclinaison de l'étoile, & à la latitude du lieu; on calculera ensuite l'heure vraie du passage de l'étoile au méridien: cette heure diminuée ou augmentée (selon que l'étoile est à l'orient ou à l'occident) de l'angle horaire donné par les tables, est l'heure vraie cherchée.

Dans cette recherche de l'heure vraie par la hauteur d'une étoile fixe, je distingue deux parties; l'une est la distance de l'étoile au méridien: on la trouve par nos tables horaires. L'autre est le calcul du passage de l'étoile au méridien du lieu où l'on se trouve. On calculera d'abord le passage de l'étoile au méridien de Paris; & selon qu'on se trouvera à l'occident ou à l'orient de Paris, on retranchera ou on ajoutera la variation de l'ascension droite proportionnelle à la différence des méridiens qu'il suffit de connoître à 8 ou 10' de tems près. Pour trouver l'ascension droite du soleil, dont on a besoin dans le calcul du passage de l'étoile au méridien, j'ai calculé une table fort commode, qui épargne de faire une proportion pour avoir le mouvement de l'ascension droite dans un intervalle proposé. (Voyez tables horaires, page xxij.)

E X E M P L E.

On a observé sur mer, le 25 septembre 1769, la hauteur d'arcturus à l'occident de $10^{\circ} 16'$; la montre marine marquoit alors $7^h 13' 53''$; on étoit par 34° de latitude, & environ 15° de longitude à l'occident de Paris.

De la hauteur observée	40° 16'
Retranchez le demi-diametre du soleil le 25 sep- tembre	16
Hauteur qu'il faut chercher dans les tables horaires.	<u>40 0</u>

Cherchez donc, dans la table du 40° degré de hauteur, l'angle horaire qui répond à 34° de latitude & $20^{\circ} 24'$ de déclinaison boréale d'arcturus (tirée des catalogues ou de la connoissance des tems pour l'année 1769 au mois de septembre), vous trouverez cet angle horaire de $3^h 40' 54''$.

Pour avoir l'heure du passage de l'étoile au méridien, prenez dans la table des époques de l'ascension droite du soleil.

	heur.	min.	sec.
Ascension droite du soleil pour 1769.	5	14	30
Pour le 25 septembre.	6	35	48
Somme.	11	50	18
Ajoutez-y l'ascension droite de l'étoile.	14	5	0
Somme.	25	55	18
Retranchez-en 24^h	24		
Passage approché de l'étoile.	1	55	18
Ascension droite pour 1^h à la fin de septembre.			9
pour $54'$			9
Variation de l'ascension droite pour $1^h 55'$			18
Qu'il faut retrancher du passage approché de l'étoile.	1	55	18

Le reste est l'heure du passage de l'étoile au méridien de Paris. 1 55

Variation de l'ascension droite pour 15° ou 1^h de différence des méridiens de Paris & du lieu où l'on se trouve à l'occident. 0 9

Heure cherchée du passage de l'étoile au méridien du lieu où l'on se trouve. 1 54 51
Ajoutez-y l'angle horaire. 3 40 54

Heure vraie cherchée du lieu où l'on se trouve... 5 35 45

A la suite des tables horaires on en trouvera une particulière pour la latitude de Paris, qui comprend les angles horaires des principales étoiles de la première grandeur à 19 différens degrés de hauteur. (Voyez tables horaires, page xxiv.)

Je crois être entré dans des détails suffisans pour faire connoître l'usage de mes tables horaires pour trouver l'heure vraie. Je vais passer à la manière d'en déduire la latitude d'un lieu & l'erreur d'un instrument; mais ces deux derniers usages ne pourront guere servir que sur terre.

Trouver la latitude d'un lieu par les tables horaires.

Observez le matin & le soir l'heure à laquelle le bord supérieur du soleil arrive à la même hauteur, vous en déduirez le moment du midi vrai, c'est-à-dire, celui où le soleil est arrivé au méridien, ce qui vous donnera l'angle horaire, ou la distance dont le soleil étoit éloigné du méridien au moment de l'observation du matin ou du soir. On connoît la déclinaison qu'il avoit à cet instant; & cherchant dans la table du degré de la hauteur observée un angle horaire égal à celui que vous avez observé: la latitude à laquelle il répondra dans la table fera la latitude cherchée.

E X E M P L E.

Au Havre-de-Grace, le 27 mai, j'ai pris à $8^{\text{h}} 34' 10''$ du matin la hauteur du bord supérieur du soleil de 40° , il est descendu le soir à cette même hauteur à $3^{\text{h}} 40' 52'' \frac{1}{2}$: d'où j'ai conclu le midi vrai ou passage du soleil au

méridien à $12^{\text{h}} 7' 25''$

Heure de l'observation du matin $8 34 10$

Angle horaire, ou distance du soleil au méridien au moment de l'observation du matin.

$3 33 15$

Je cherche, dans la connoissance des tems, la déclinaison du soleil le 27 mai à $8^{\text{h}} 36'$, qui étoit environ l'heure de Paris au moment de l'observation au Havre-de-Grace: je la trouve de $21^{\circ} 24' 38''$ septentrionale.

Je cherche dans la table du 40° degré de la hauteur du bord supérieur du soleil (page xiv), & dans les colonnes horizontales de 21° & 22° , les deux angles horaires sous une même latitude, qui approchent le plus de celui que m'a donné l'observation. Je trouve ceux-ci, $3^{\text{h}} 32' 16''$, & $3^{\text{h}} 36' 47''$, qui répondent à $48^{\circ} 50' 15''$ de latitude. Je calcule, par ces deux angles horaires, celui qui appartient à $21^{\circ} 24' \frac{1}{2}$ sous la même latitude, je le trouve de $3^{\text{h}} 34' 10''$, plus grand de $55''$ que celui que m'a donné l'observation. Donc la latitude de $48^{\circ} 50' 15''$ n'est pas la véritable, mais en est peu éloignée. Je remarque qu'elle doit être plus grande pour donner un angle horaire plus petit de $55''$, puisque la latitude augmente quand les angles horaires diminuent; il faut donc chercher sous la latitude de 50° l'angle horaire qui répond à $21^{\circ} 24' \frac{1}{2}$ de déclinaison septentrionale, je le trouve de $3^{\text{h}} 32' 24''$. Comme ce dernier est plus petit que l'angle horaire observé, & que l'autre étoit plus grand, il s'enfuit que l'angle horaire observé appartient à une latitude plus petite que 50° , & plus grande que $48^{\circ} 50' 15''$. Pour trouver cette véritable latitude je prends la différence des deux angles horaires trouvés ci-dessus.

Angle horaire sous la latitude de $48^{\circ} 50' 15''$, pour 21° $24' \frac{1}{4}$ de déclinaison septentrionale.	3 ^h 34' 10"
Angle horaire sous la latitude de 50° , pour $21^{\circ} 24' \frac{1}{2}$ de déclinaison septentrionale.	3 32 24
Variation des angles horaires pour $1^{\circ} 9' 45''$ de latitude.	1 46

Je fais maintenant cette proportion :

Si $1' 46''$ de variation dans les angles horaires, répond à $1^{\circ} 9' 45''$ dans les latitudes, $55''$ de tems, différence de l'angle horaire donné par l'observation à celui qui répond à $48^{\circ} 50' 15''$ de latitude, doivent répondre à $35' 51''$ de degré de latitude : quantité qu'il faut ajouter à $48^{\circ} 50' 15''$, pour avoir $49^{\circ} 26' 6''$, latitude du Havre-de-Grace déduite des tables. La fuite des triangles formés par mon pere, dans la description géométrique de la France, donne cette latitude de $49^{\circ} 29' 9''$. On voit donc que cette méthode de trouver la latitude par mes tables m'a donné un résultat à 3' près du véritable. Ces trois minutes d'erreur dans la latitude peuvent provenir de quelque erreur dans l'observation ou dans les hauteurs que donne l'instrument ; nous avons reconnu qu'il baissoit au Havre-de-Grace de quelques secondes. Nous ne dissimulerons pas que pour employer cette méthode il faut les observations les plus exactes. On voit, dans cet exemple, que $1' 46''$ de différence dans les angles horaires produit $69'$ de variation dans les latitudes ; que par conséquent $3''$ d'erreur dans l'observation qui détermine l'angle horaire, produisent environ $2'$ d'erreur dans la latitude que l'on cherche. Cette méthode de déterminer la latitude d'un lieu par les angles horaires ne doit donc être employée qu'avec précaution & dans le cas où l'on ne pourra obtenir une détermination plus exacte.

Trouver l'erreur d'un instrument par les tables horaires.

Prenez le matin & le soir des hauteurs correspondantes pour en déduire le midi vrai, & par conséquent l'angle horaire cor-

respondant à la hauteur observée du soleil ; calculez la déclinaison de cet astre pour un des instans de l'observation du matin ou du soir , & cherchez dans la table du degré de la hauteur du soleil , l'angle horaire correspondant à cette déclinaison , & à la latitude du lieu. La différence de cet angle horaire donné par les tables à celui que donne l'observation , est précisément l'erreur de l'instrument.

E X E M P L E I.

Le 23 Avril 1769 , j'ai observé à l'Observatoire Royal de Paris , la hauteur du bord supérieur du soleil de 45° à $9^{\text{h}} 45' 39''$ du matin. Le soir le même bord est descendu à la même hauteur à $2^{\text{h}} 11' 11'' \frac{1}{2}$, d'où j'ai conclu le midi vrai à $11^{\text{h}} 58' 14''$, & l'angle horaire correspondant à l'observation du matin de $2^{\text{h}} 12' 35''$.

Je calcule la déclinaison du soleil pour $9^{\text{h}} 47' 25''$, heure vraie de l'observation du matin ; je la trouve de $12^{\circ} 40' 56''$ septentrionale.

Je cherche enfin dans la table du 45^{e} degré (pag. xvj) l'angle horaire correspondant à $12^{\circ} 46' 56''$ de déclinaison septentrionale , & à $48^{\circ} 50' 15''$ de latitude (celle de l'Observatoire Royal de Paris) , & je trouve $2^{\text{h}} 12' 4''$ angle horaire , plus petit de $31''$ que celui qu'a donné l'observation.

Or , quand l'angle horaire observé est plus grand que celui qu'on trouve par les tables , c'est une marque que l'instrument donne les hauteurs absolues trop grandes , & *vice versa*.

Donc dans cet exemple , l'instrument haussait de $31''$ de tems. Pour évaluer cette quantité en degrés , je déduis de l'observation même la quantité de minutes & secondes , que le soleil , vers le moment de l'observation que je calcule , employoit à varier dans sa hauteur de $10'$ ou $20'$. J'avois observé le matin la hauteur du bord supérieur du soleil à $44^{\circ} 30'$, & à 45° qui est la hauteur que je calcule ; ces deux observations m'avoient donné $4' 2''$ pour le tems employé par le soleil , à monter d'une hauteur à l'autre , c'est-à-dire , à s'élever de $30'$. Je fais donc cette proportion.

Si en $4' 2''$ le soleil a varié en hauteur de $30'$, en $31''$, il

doit varier de 4'. Cette quantité est l'erreur cherchée de l'instrument déterminé par les tables. En effet, ayant vérifié dans le même tems pendant plusieurs jours le même instrument à l'Observatoire, en le comparant aux autres instrumens dont nous connoissons parfaitement l'état, nous avons trouvé qu'il hauffoit de 3' 40" environ.

Cette méthode ne donnera à la vérité exactement l'erreur de l'instrument, qu'autant que l'observation que l'on emploiera aura été faite avec la plus grande précision, & que la latitude sera parfaitement connue. Je ne propose donc de l'employer que dans l'impossibilité de se servir des autres méthodes. Je ferai voir cependant dans le dernier exemple suivant, que l'on peut quelquefois, sans connoître parfaitement la latitude, trouver assez exactement l'erreur de l'instrument.

E X E M P L E I I.

Le 28 Juillet, à l'isle S. Pierre, j'ai observé la hauteur du bord supérieur du soleil de 40°; le matin à 12^h 34' 49", le soir à 7^h 27' 9"; d'où j'ai conclu le midi vrai à 4^h 1' 9"¹/₃, & par conséquent l'angle horaire observé de 3^h 26' 0". Ayant pris le même jour la hauteur méridienne du soleil, j'en ai déduit la latitude de l'isle S. Pierre de 46° 43' 31", telle que la donne l'instrument, sans avoir égard à l'erreur que je me propose ici de déterminer. Pour cet effet :

La déclinaison du soleil étant, le 28 Juillet à 12^h 30' 40", heure vraie de Paris au moment de l'observation du matin à S. Pierre, de 18° 50' 51" (selon la connoissance des tems), je cherche l'angle horaire qui répond à 40° de hauteur, 18° 51' de déclinaison, & 46° 43' 31" de latitude 3^h 26' 1"

Je le compare à l'angle horaire observé . . .	3 26 20
Différence	19

Cette quantité, dont l'angle horaire observé differe de celui que donnent les tables, est la somme des erreurs causées par celle qu'il peut y avoir dans la latitude que nous avons employée, & dans la hauteur absolue qu'a donné l'instrument; mais je remarque d'après les tables, que dans le cas présent, l'erreur de

la latitude n'a pu influer que très-peu sur l'angle horaire; 1' dans la latitude ne faisant varier cet angle que de 2".

Je suppose donc d'abord, que les 19" appartiennent toutes à l'erreur de l'instrument; & les évaluant en degrés comme dans l'exemple précédent, je trouve $3' \frac{1}{3}$ pour la quantité dont haussait mon instrument. D'après cette détermination, la véritable hauteur observée du soleil, devoit être de $39^{\circ} 56' 40''$ & la latitude corrigée de Saint-Pierre de $46^{\circ} 40' 11''$. Avec ces nouveaux élémens, & la déclinaison du soleil trouvés ci-dessus, je calcule l'angle horaire correspondant & je le trouve encore un peu différent de l'angle horaire observé.

Je fais donc une seconde supposition & un nouveau calcul, dans lequel je suppose l'erreur de l'instrument un peu plus grande que précédemment, par exemple de 4', ce qui réduit la latitude à $46^{\circ} 39' 31''$, & je trouve l'angle horaire correspondant de $3^{\text{h}} 26' 19'' \frac{1}{2}$, tel que l'a donné l'observation. L'erreur de l'instrument est donc véritablement de 4'.

Pour confirmer ce résultat, je calcule une autre observation, celle du 31 juillet, par laquelle le soleil est parvenu à 35° de hauteur à $11^{\text{h}} 56' 36''$ du matin; le midi vrai est arrivé à $3^{\text{h}} 49' 51''$: d'où l'angle horaire observé se conclut de $3^{\text{h}} 53' 15''$. Or je trouve que d'après la supposition des 4' d'erreur de la part de l'instrument, l'angle horaire calculé, qui répond à $34^{\circ} 56'$ de hauteur, à $46^{\circ} 39' 31''$ de latitude, & à $18^{\circ} 7' 21''$ de déclinaison, est de $3^{\text{h}} 54' 15''$, le même précisément que par observation: donc l'erreur de l'instrument est véritablement de 4'. C'est de cette quantité dont je l'ai supposée dans la seconde partie, pour corriger la latitude de Saint-Pierre conclue par un milieu pris entre plusieurs hauteurs méridiennes.

Cette méthode, comme l'on voit, exige du tâtonnement pour pouvoir démêler la quantité qui provient de l'erreur de l'instrument d'avec celle qui provient de la latitude; mais en général la plus grande partie de l'erreur dans l'angle horaire observé, appartient à l'erreur de l'instrument, parce que les variations de hauteurs influent davantage sur les angles horaires que les variations de latitude.

T A B L E S

H O R A I R E S.

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.										
10°										
Latitudes ou Hauteurs du Pole.										
34 35 36 37 38 39 40 41 42										
Angles Horaires ou Distances au Méridien.										
Declin.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
23° 29	6 16 43	6 18 40	6 20 41	6 22 41	6 24 42	6 26 48	6 28 58	6 31 5	6 33 23	
23	15 20	17 11	19 8	21 5	23 5	25 8	27 13	29 21	31 32	
22	12 29	14 16	16 5	17 56	19 48	21 43	23 40	25 39	27 41	
21	9 43	11 23	13 4	14 48	16 32	18 20	20 8	22 0	23 55	
20	6 58	8 31	10 7	11 41	13 19	14 57	16 39	18 23	20 8	
19	4 13	5 40	7 8	8 36	10 5	11 37	13 12	14 47	16 24	
18	1 31	2 50	4 12	5 32	6 56	8 20	9 47	11 13	12 44	
17	5 58 51	0 4	1 15	2 32	3 48	5 5	6 23	7 44	9 5	
16	56 8	5 57 13	5 58 21	5 59 29	0 39	1 48	3 1	4 12	5 25	
15	53 28	54 28	55 28	56 29	5 57 31	5 58 35	5 59 40	0 43	1 48	
14	50 48	51 41	52 36	53 31	54 25	55 21	56 17	5 57 15	5 58 12	
13	48 8	48 56	49 43	50 32	51 20	52 9	52 57	53 45	54 37	
12	45 30	46 10	46 52	47 33	48 15	48 56	49 37	50 20	51 3	
11	42 50	43 25	44 0	44 36	45 9	45 44	46 19	46 53	47 28	
10	40 10	40 41	41 9	41 37	42 4	42 33	43 0	43 27	43 55	
9	37 34	37 56	38 17	38 39	39 0	39 20	39 41	40 1	40 21	
8	34 54	35 9	35 27	35 42	35 55	36 9	36 23	36 36	36 47	
7	32 16	32 24	32 35	32 42	32 49	32 56	33 4	33 8	33 13	
6	29 36	29 39	29 41	29 44	29 45	29 45	29 44	29 41	29 39	
5	26 55	26 33	26 48	26 44	26 39	26 31	26 24	26 15	26 4	
4	24 15	24 5	23 55	23 44	23 31	23 17	23 3	22 45	22 28	
3	21 33	21 17	21 1	20 44	20 24	20 4	19 40	19 17	18 52	
2	18 51	18 29	18 5	17 41	17 15	16 47	16 19	15 47	15 13	
1	16 6	15 39	15 9	14 39	14 5	13 31	12 53	12 15	11 33	
0	13 22	12 48	12 12	11 34	10 54	10 12	9 28	8 41	7 53	
1	10 37	9 56	9 12	8 28	7 42	6 52	6 1	5 7	4 11	
2	7 39	7 1	6 12	5 21	4 27	3 31	2 32	1 31	0 27	
3	5 4	4 7	3 11	2 12	1 11	0 8	4 59 1	4 57 53	4 56 40	
4	2 9	1 9	0 7	4 59 1	4 57 52	4 56 41	4 55 28	4 54 11	4 52 49	
5	4 59 17	4 58 9	4 57 0	55 48	54 32	53 15	51 52	50 27	48 56	
6	56 23	55 8	53 52	52 31	51 10	49 44	48 16	46 40	45 3	
7	53 25	52 5	50 41	49 15	47 44	46 11	44 34	42 51	41 4	
8	50 27	48 58	47 27	45 55	44 16	42 35	40 48	38 57	37 1	
9	47 25	45 50	44 13	42 31	40 45	38 56	37 0	35 0	32 56	
10	44 21	42 40	40 54	39 4	37 11	35 12	33 8	31 0	28 46	
11	41 15	39 25	37 33	35 35	33 32	31 25	29 12	26 55	24 32	
12	38 4	36 7	34 7	31 57	29 49	27 33	25 12	22 47	20 13	
13	34 52	32 47	30 37	28 23	26 3	23 40	21 8	18 32	15 48	
14	31 33	29 21	27 3	24 40	22 12	19 39	17 0	14 12	11 17	
15	28 12	25 52	23 26	20 54	18 18	15 34	12 45	9 46	6 41	
16	24 47	22 17	19 44	17 3	14 17	11 21	8 23	5 13	1 56	
17	21 19	18 40	15 56	13 8	10 11	7 8	3 56	0 35	3 57 7	
18	17 43	14 56	12 4	9 4	5 58	2 44	3 59 20	3 55 48	3 52 7	
19	14 0	11 9	8 8	4 56	1 39	3 58 12	54 37	50 53	46 57	
20	10 20	7 13	4 5	0 42	3 57 12	53 35	49 48	45 49	41 41	
21	6 28	3 13	3 59 51	3 56 19	52 39	48 48	44 48	40 36	36 13	
22	2 31	3 59 5	55 31	51 49	47 55	43 53	39 37	34 57	30 10	
23	3 58 28	54 51	51 5	47 11	42 56	38 48	34 4	29 39	24 41	
23 29	3 56 28	52 45	48 55	44 53	40 41	36 17	31 41	26 51	21 45	

TABLES HORAIRES.

11

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
10°									
Latitudes ou Hauteurs du Pole.									
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles		Horaires		ou		Distances		au Méridien.	
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
6 35 43	6 38 6	6 40 33	6 43 7	6 45 39	6 48 20	6 50 41	6 53 59	6 56 59	23 29
33 48	36 7	38 27	40 53	43 25	46 1	48 14	51 27	54 19	23
29 48	31 56	34 9	36 25	38 45	41 11	43 14	46 13	48 51	22
25 51	27 49	29 53	32 0	34 9	36 24	38 18	41 3	43 31	21
21 59	23 48	25 41	27 37	29 37	31 40	33 26	35 59	38 14	20
18 5	19 47	21 31	23 19	25 8	27 1	28 38	30 57	33 6	19
14 15	15 48	17 24	19 0	20 43	22 24	23 52	25 58	27 51	18
10 28	11 52	13 20	14 48	16 17	17 52	19 10	21 5	22 46	17
6 40	7 56	9 15	10 33	11 53	13 17	14 28	16 10	17 41	16
2 55	4 3	5 12	6 21	7 35	8 48	9 50	11 19	12 39	15
5 59 12	0 11	1 11	2 10	3 16	4 19	5 14	6 31	7 40	14
55 28	5 56 17	5 57 12	5 58 4	5 58 57	5 59 52	0 38	1 44	2 43	13
51 45	52 28	53 12	53 56	54 41	55 27	5 56 8	5 56 58	5 57 46	12
48 4	48 39	49 13	49 49	50 25	51 1	51 32	52 13	52 51	11
44 21	44 48	45 15	45 43	46 9	46 36	46 58	47 29	47 55	10
40 40	41 0	41 19	41 36	41 55	42 12	42 24	42 44	43 1	9
36 59	37 9	37 20	37 29	37 39	37 47	37 54	38 1	38 7	8
33 19	33 20	33 21	33 24	33 21	33 23	33 20	33 17	33 12	7
29 35	29 31	29 24	29 16	29 8	28 57	28 48	28 32	28 17	6
25 52	25 39	25 24	25 11	24 51	24 32	24 14	23 47	23 21	5
22 8	21 48	21 24	21 0	20 33	20 5	19 38	18 59	18 24	4
18 25	17 55	17 24	16 51	16 15	15 37	15 2	14 12	13 25	3
14 39	14 1	13 21	12 39	11 55	11 7	10 24	9 21	8 24	2
10 51	10 5	9 17	8 27	7 32	6 35	5 44	4 28	3 20	1
7 1	6 8	5 12	4 11	3 8	2 1	1 2	4 59 35	4 58 15	0
3 11	2 9	1 3	4 59 55	4 58 41	4 57 24	4 56 16	54 36	53 5	1
4 59 19	4 58 8	4 56 52	55 35	54 12	52 44	51 28	49 36	47 53	2
55 24	54 4	52 43	51 12	49 37	48 1	46 38	44 31	42 37	3
51 25	49 57	48 24	46 45	45 8	43 16	41 42	39 23	37 16	4
47 24	45 46	44 4	42 16	40 24	38 30	36 42	34 9	31 51	5
43 20	41 33	39 41	37 46	35 40	33 32	31 38	28 51	26 19	6
39 12	37 16	35 15	33 6	30 55	28 33	26 30	23 27	20 42	7
35 1	32 55	30 44	28 27	26 1	23 28	21 14	17 57	14 59	8
30 45	28 28	26 9	23 40	21 3	18 19	15 54	12 21	9 8	9
26 26	24 1	21 28	18 48	16 0	12 43	10 26	6 37	3 9	10
22 3	19 27	16 41	13 49	10 48	7 51	4 52	0 45	0 45	11
17 33	14 45	11 49	8 44	5 31	2 8	3 59 8	3 54 44	3 57 1	12
12 57	9 57	6 48	3 32	0 7	3 56 28	53 18	48 35	50 44	13
8 16	5 3	1 44	3 58 15	3 54 32	50 37	47 14	42 12	37 35	14
3 26	0 4	3 56 30	52 46	48 50	44 41	41 2	35 38	30 40	15
3 58 31	3 54 55	51 8	47 9	42 56	38 32	34 37	28 51	23 31	16
53 28	49 37	45 36	41 24	36 55	32 11	28 0	21 47	16 7	17
48 15	44 9	39 55	35 24	30 37	25 35	21 6	14 28	8 17	18
42 52	38 35	34 0	29 13	24 8	18 44	13 56	6 47	0 9	19
37 20	32 42	27 55	22 48	17 31	11 36	6 26	2 58 44	2 51 34	20
31 36	26 44	21 35	16 8	10 19	4 8	2 58 34	50 16	42 30	21
25 40	20 28	14 56	9 9	2 40	2 56 16	50 18	41 17	32 47	22
19 29	13 57	8 5	1 53	2 55 10	47 58	41 34	31 41	22 21	23
16 23	10 41	4 38	2 58 10	51 14	43 46	37 2	26 47	16 59	23 29

SEPTENTRIONALE.

MÉRIDIONALE.

TABLES HORAIRES.

		Hauteur du bord supérieur du Soleil.								
		15°								
		Latitudes ou				Hauteurs du Pole.				
		34	35	36	37	38	39	40	41	42
		Angles		Horaires		ou		Distances		au Méridien.
Déclin.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
23° 29'	5 50 48	5 52 24	5 54 3	5 55 48	5 57 27	5 59 9	6 0 34	6 2 13	6 4 28	
23	49 31	51 5	52 41	54 21	55 57	57 36	59 17	6 0 59	6 2 43	
22	46 53	48 23	49 52	51 21	52 51	54 23	55 57	57 29	59 5	
21	44 17	45 39	47 1	48 24	49 47	51 12	52 37	54 3	55 31	
20	41 43	42 57	44 12	45 28	46 44	48 1	49 19	50 37	51 57	
19	39 7	40 15	41 24	42 33	43 42	44 52	46 1	47 12	48 28	
18	36 32	37 34	38 39	39 38	40 40	41 43	42 45	43 49	44 55	
17	33 58	34 55	35 48	36 45	37 40	38 36	39 31	40 28	41 23	
16	31 23	32 12	33 1	33 49	34 37	35 25	36 15	37 3	37 51	
15	28 49	29 31	30 13	30 55	31 37	32 19	33 1	33 40	34 21	
14	26 13	26 49	27 27	28 1	28 36	29 11	29 44	30 17	30 53	
13	23 39	24 9	24 39	25 7	25 35	26 3	26 29	26 55	27 20	
12	21 4	21 27	21 51	22 13	22 32	22 55	23 13	23 32	23 52	
11	18 29	18 45	19 0	19 19	19 31	19 45	19 57	20 11	20 20	
10	15 52	16 3	16 13	16 21	16 28	16 36	16 40	16 45	16 48	
9	13 15	13 19	13 23	13 25	13 27	13 27	13 24	13 20	13 15	
8	10 37	10 35	10 34	10 28	10 23	10 15	10 7	9 55	9 42	
7	7 59	7 51	7 41	7 31	7 19	7 3	6 47	6 28	6 8	
6	5 19	5 4	4 48	4 31	4 11	3 25	3 0	2 32	2 32	
5	2 37		1 55	1 31	1 4	0 4	4 59 31	4 58 55	4 58 55	
4	4 59 55	4 59 28	4 59 0	4 58 28	4 57 55	4 56 40	4 55 59	4 55 16	4 55 16	
3	57 12	56 39	56 3	55 24	54 44	53 15	52 27	51 35	51 35	
2	54 27	53 45	53 3	52 19	51 31	50 41	49 48	48 51	47 51	
1	51 39	50 52	50 4	49 11	48 16	46 19	45 13	44 7	44 7	
0	48 49	47 56	47 0	46 1	45 0	42 44	41 33	40 17	40 17	
1	45 59	44 59	43 56	42 51	41 41	40 28	39 11	37 51	36 25	
2	43 5	41 59	40 49	39 36	38 19	36 57	35 33	34 4	32 32	
3	40 11	38 57	37 40	36 19	34 55	33 25	31 53	30 17	28 33	
4	37 12	35 52	34 27	32 59	31 27	29 49	28 9	26 23	24 31	
5	35 12	32 44	31 12	29 36	27 55	26 9	24 21	22 27	20 25	
6	31 8	29 32	27 53	26 9	24 21	22 28	20 29	18 25	16 16	
7	28 1	26 19	24 31	22 40	20 43	18 41	16 33	14 20	12 1	
8	24 51	23 0	21 5	19 6	17 1	14 50	12 33	10 11	7 41	
9	21 37	19 39	17 36	15 28	13 14	10 55	8 28	5 56	3 15	
10	18 20	16 14	14 3	11 45	9 23	6 53	4 19	1 35	3 58 44	
11	14 59	12 45	10 24	7 59	5 27	2 48	0 2	3 57 8	54 5	
12	11 33	9 11	6 41	4 7	1 25	3 58 36	3 55 35	52 35	49 20	
13	8 3	5 31	2 53	0 9	3 57 17	54 17	51 10	47 53	44 27	
14	4 28	1 47	3 59 0	3 56 6	53 3	49 52	46 33	43 5	39 25	
15	0 47	3 57 58	55 1	51 56	48 43	45 20	41 51	38 7	34 13	
16	3 57 1	54 1	50 55	47 39	44 14	40 41	36 56	33 1	28 52	
17	53 11	50 0	46 42	43 15	39 39	35 52	31 55	27 45	23 21	
18	49 11	45 49	42 20	38 42	34 53	30 53	26 41	22 16	17 36	
19	45 4	41 32	37 53	34 0	29 59	25 44	21 17	16 33	11 36	
20	40 49	37 8	33 13	29 10	24 53	20 24	15 40	10 41	5 23	
21	36 29	32 33	28 27	24 9	19 37	14 51	9 45	4 31	2 58 52	
22	31 57	27 45	23 29	18 56	14 8	9 4	3 44	2 58 4	52 1	
23	27 17	22 55	18 19	13 29	8 25	3 3	2 57 21	51 17	44 51	
23. 25	24 55	20 24	15 41	10 44	5 29	2 59 57	54 4	47 48	41 6	

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.										
15°										
Latitudes ou Hauteurs du Pole.										
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51		
Angles		Horaires		ou		Distances		au Méridien.		
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
6 6 12	6 8 9	6 10 2	6 12 0	6 13 49	6 16 0	6 17 43	6 20 11	6 22 33	6 22 33	23° 29'
4 25	6 15	8 4	9 56	11 47	13 47	15 26	17 49	19 55	19 55	23
0 43	2 21	4 1	5 44	7 28	9 15	10 46	12 56	14 45	14 45	22
5 56 59	5 58 29	0 1	1 33	3 9	4 45	6 8	8 5	9 48	9 48	21
53 17	54 39	5 56 1	5 57 25	58 51	0 17	1 32	3 16	4 48	4 48	20
49 37	50 49	52 4	53 19	54 35	5 55 52	5 56 58	5 58 30	5 59 52	5 59 52	19
45 57	47 1	48 7	49 13	50 20	51 28	52 25	53 45	54 56	54 56	18
42 19	43 16	44 12	45 11	46 8	47 5	47 54	49 3	50 3	50 3	17
38 40	39 31	40 16	41 4	41 53	42 43	43 23	44 20	45 9	45 9	16
35 1	35 41	36 21	37 1	37 41	38 20	38 53	39 39	40 17	40 17	15
31 24	31 57	32 27	32 59	33 29	33 59	34 23	34 57	35 25	35 25	14
27 48	28 9	28 38	28 55	29 16	29 37	29 54	30 16	30 33	30 33	13
24 7	24 23	24 39	24 52	25 5	25 16	25 25	25 35	25 43	25 43	12
20 28	20 36	20 43	20 48	20 52	20 55	20 56	20 53	20 51	20 51	11
16 49	16 48	16 47	16 43	16 39	16 31	16 24	16 11	15 56	15 56	10
13 8	13 1	12 51	12 39	12 24	12 7	11 52	11 27	11 3	11 3	9
9 28	9 11	8 53	8 32	8 8	7 42	7 19	6 41	6 7	6 7	8
5 45	5 20	4 53	4 24	3 51	3 16	2 44	2 55	1 8	1 8	7
2 3	1 29	0 53	0 13	4 59 32	4 58 47	4 58 7	4 57 5	4 56 9	4 56 9	6
4 58 16	4 57 35	4 56 51	4 56 3	55 12	54 16	53 28	52 15	51 8	51 8	5
54 29	53 39	52 45	51 49	50 48	49 44	48 48	47 21	46 1	46 1	4
50 40	49 41	48 40	47 35	46 24	45 9	44 2	42 23	40 53	40 53	3
46 48	45 43	44 29	43 15	41 55	40 29	39 14	37 24	35 41	35 41	2
42 53	41 36	40 9	38 53	37 23	35 48	34 22	32 19	30 25	30 25	1
38 56	37 32	36 3	34 28	32 48	31 1	29 28	27 10	25 9	25 9	0
34 57	33 23	31 35	29 59	28 8	26 12	24 28	21 56	19 37	19 37	1
30 53	29 10	27 21	25 27	23 25	21 18	19 23	16 39	14 5	14 5	2
26 47	24 53	22 55	20 49	18 37	16 19	14 14	10 49	8 27	8 27	3
22 35	20 32	18 23	16 8	13 44	11 12	8 57	5 41	2 41	2 41	4
18 20	16 7	13 48	11 20	8 45	6 1	3 35	0 3	3 56 48	3 56 48	5
13 59	11 37	9 7	6 27	3 41	0 43	3 58 6	3 54 17	3 50 47	3 50 47	6
9 35	7 1	4 19	1 28	3 58 28	3 55 19	52 28	48 21	44 35	44 35	7
5 4	2 19	3 59 25	3 56 21	53 9	49 45	46 43	42 17	38 13	38 13	8
0 27	3 57 31	54 24	51 9	47 41	44 3	40 46	36 3	31 39	31 39	9
3 55 44	52 35	49 17	45 47	42 6	38 11	34 38	29 35	24 53	24 53	10
50 53	47 33	44 0	40 16	36 19	32 8	28 22	22 55	17 51	17 51	11
45 56	42 21	38 35	34 36	30 23	25 53	21 52	16 0	10 32	10 32	12
40 49	37 1	33 0	28 44	24 13	19 25	15 7	8 47	2 55	2 55	13
35 34	31 29	27 12	22 40	17 51	12 41	8 1	1 16	2 54 55	2 54 55	14
30 8	25 49	21 15	16 23	11 12	5 41	0 44	2 53 24	46 30	46 30	15
24 31	19 55	15 1	9 51	4 17	2 58 23	2 53 3	45 5	37 36	37 36	16
18 43	13 48	8 35	3 1	2 57 5	50 43	44 56	36 19	28 7	28 7	17
12 40	7 25	1 51	2 55 52	49 31	42 36	36 21	26 55	17 55	17 55	18
6 21	0 45	2 54 47	48 23	41 28	33 59	27 11	16 49	6 48	6 48	19
2 59 45	53 47	47 21	40 27	32 57	24 49	17 20	5 50	1 54 33	1 54 33	20
52 52	46 25	39 31	32 2	23 53	14 56	6 37	1 53 42	40 41	40 41	21
45 35	38 40	31 11	23 1	14 5	4 9	1 54 49	39 52	24 26	24 26	22
37 5	30 24	22 16	13 17	3 16	1 52 13	41 29	23 51	4 40	4 40	23
33 55	26 9	17 38	8 15	1 57 43	45 46	34 20	14 37	0 54 40	0 54 40	23° 29'

SEPTENTRIONALE
MÉRIDIIONALE

33

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.										
20°										
Latitudes ou Hauteurs du Pole.										
34 35 36 37 38 39 40 41 42										
Angles Horaires ou Distances au Méridien.										
Declin.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
23°29	5 25 26	5 26 47	5 28 7	5 29 29	5 30 51	5 32 11	5 33 33	5 34 55	5 36 19	
23	24 15	25 33	26 50	28 8	29 26	30 43	32 1	33 19	34 38	
22	21 48	22 59	24 9	25 20	26 31	27 41	28 51	30 1	31 12	
21	19 20	20 24	21 28	22 32	23 35	24 39	25 41	26 43	27 46	
20	16 52	17 49	18 47	19 44	20 40	21 36	22 31	23 26	24 21	
19	14 24	15 15	16 5	16 56	17 45	18 33	19 23	20 9	20 57	
18	11 55	12 40	13 24	14 8	14 49	15 31	16 12	16 52	17 32	
17	9 27	10 5	10 41	11 19	11 55	12 29	13 4	13 36	14 8	
16	6 56	7 28	7 59	8 38	8 57	9 24	9 51	10 16	10 40	
15	4 25	4 51	5 16	5 39	6 0	6 20	6 40	6 58	7 15	
14	1 55	2 14	2 31	2 47	3 0	3 16	3 28	3 39	3 49	
13	4 59 22	4 59 35	4 59 47	4 59 56	0 4	0 11	0 16	0 20	0 20	
12	56 49	56 55	56 59	57 3	4 57 4	4 57 4	4 57 3	4 56 56	4 56 50	
11	54 15	54 13	54 10	54 9	54 5	53 55	53 47	53 33	53 19	
10	51 39	51 33	51 24	51 15	51 3	50 47	50 29	50 9	49 47	
9	49 2	48 50	48 34	48 19	47 57	47 35	47 10	46 43	46 12	
8	46 23	46 4	45 43	45 19	44 51	44 22	43 50	43 15	42 36	
7	43 43	43 18	42 49	42 18	41 44	41 7	40 28	39 44	38 59	
6	41 1	40 29	39 54	39 16	38 35	37 51	37 3	36 12	35 18	
5	38 19	37 39	36 56	36 12	35 23	34 31	33 36	32 37	31 36	
4	35 32	34 46	33 57	33 5	32 9	31 10	30 7	29 0	27 49	
3	32 44	31 51	30 56	29 56	28 53	27 46	26 35	25 19	23 59	
2	29 53	28 54	27 51	26 44	25 33	24 17	22 59	21 34	20 7	
1	27 0	25 53	24 43	23 23	22 11	20 47	19 20	17 47	16 11	
0	24 4	22 51	21 33	20 11	18 44	17 12	15 36	13 57	12 9	
1	21 6	19 45	18 20	16 49	15 15	13 35	11 52	10 1	8 5	
2	18 5	16 36	15 3	13 25	11 43	9 56	8 1	6 1	3 56	
3	15 0	13 23	11 42	9 57	8 7	6 10	4 7	1 57	3 59 41	
4	11 51	10 7	8 18	6 23	4 25	2 19	0 7	3 57 48	55 21	
5	8 39	6 48	4 51	2 48	0 39	3 58 24	3 56 2	53 32	50 56	
6	5 23	3 23	1 17	3 59 7	3 56 48	54 24	51 51	49 12	46 24	
7	2 3	3 59 55	3 57 40	55 19	52 52	50 17	47 35	44 44	41 45	
8	3 58 37	56 21	53 57	51 28	48 50	46 5	43 12	40 11	36 59	
9	55 8	52 41	50 9	47 29	44 43	41 47	38 43	35 28	32 5	
10	51 33	48 57	46 17	43 25	40 28	37 22	34 5	30 37	27 0	
11	47 52	45 18	42 16	39 17	36 7	32 37	29 19	25 39	21 47	
12	44 6	41 11	38 9	34 58	31 37	28 7	24 24	20 29	16 22	
13	40 13	37 8	33 55	30 32	26 59	23 15	19 19	15 9	10 45	
14	36 13	32 58	29 33	25 59	22 27	18 14	14 2	9 38	4 57	
15	32 7	28 39	25 3	21 15	17 15	13 1	8 35	3 52	2 58 53	
16	27 51	24 12	20 23	16 21	12 7	7 39	2 55	2 57 52	52 31	
17	23 28	19 37	15 33	11 17	6 47	2 1	2 56 59	51 36	45 52	
18	18 55	14 45	10 31	6 0	1 12	2 56 8	50 45	45 0	38 51	
19	14 11	9 51	5 18	0 29	2 55 24	49 58	44 13	38 3	31 27	
20	9 16	4 41	2 59 51	2 54 44	49 17	43 31	37 21	30 49	23 34	
21	4 9	2 59 17	54 9	48 41	42 53	36 42	30 4	22 53	15 6	
22	2 58 48	53 38	48 9	42 20	36 8	29 29	22 18	14 21	5 58	
23	53 12	47 41	41 51	35 38	28 58	21 47	13 59	5 26	55 58	
23 2	50 24	44 44	38 43	32 16	25 21	17 52	9 44	0 47	50 45	

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
20°									
Latitudes ou Hauteurs du Pole.									
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles		Horaires		ou		Distances		au Méridien.	
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
5 37 40	5 39 2	5 40 27	5 41 48	5 43 16	5 44 42	5 45 57	5 47 38	5 49 9	23° 29'
35 56	37 15	38 35	39 54	41 16	42 37	43 47	45 23	46 48	23
32 20	33 33	34 44	35 56	37 7	38 19	39 19	40 44	41 57	22
28 49	29 51	30 53	31 56	33 1	34 0	34 53	36 5	37 8	21
25 15	26 11	27 4	27 57	28 51	29 43	30 28	31 28	32 20	20
21 43	22 29	23 13	23 59	24 45	25 27	26 2	26 51	27 32	19
18 11	18 48	19 25	20 3	20 36	21 11	21 37	22 15	22 45	18
14 39	15 8	15 36	16 3	16 29	16 53	17 13	17 39	17 59	17
11 3	11 27	11 45	12 3	12 20	12 35	12 46	13 0	13 9	16
7 29	7 43	7 54	8 3	8 12	8 17	8 20	8 21	8 20	15
3 54	3 59	4 1	4 3	4 1	3 57	3 52	3 41	3 31	14
0 17	0 13	0 9	0 1	4 59 51	4 59 37	4 59 24	4 59 1	4 58 40	13
4 56 40	4 56 29	4 56 15	4 55 57	55 39	55 16	54 53	54 21	53 47	12
53 1	52 41	52 19	51 54	51 25	50 52	50 22	49 36	48 52	11
49 21	48 53	48 21	47 47	47 8	46 27	45 48	44 49	43 53	10
45 39	45 3	44 23	43 37	42 51	41 59	41 11	40 0	38 53	9
41 55	41 9	40 20	39 27	38 29	37 28	36 32	35 8	33 51	8
38 8	37 15	36 16	35 13	34 4	32 55	31 49	30 12	28 43	7
34 21	33 17	32 12	30 59	29 41	28 16	27 4	25 13	23 32	6
30 27	29 16	28 0	26 36	25 9	23 37	22 14	20 9	18 16	5
26 33	25 12	23 47	22 12	20 36	18 53	17 20	15 3	12 55	4
22 36	21 4	19 28	17 47	15 59	14 3	12 20	9 49	7 29	3
18 33	16 51	15 7	13 15	11 16	9 8	7 16	4 29	1 57	2
14 27	12 57	10 41	8 39	6 27	4 9	2 7	3 59 4	3 56 17	1
10 17	8 17	6 11	3 56	1 35	3 59 4	3 56 59	3 53 32	3 50 31	0
6 2	3 51	1 32	3 59 9	3 56 36	53 53	51 27	47 52	44 35	1
1 43	3 59 21	3 56 52	54 16	51 31	48 33	45 56	42 4	38 31	2
3 57 21	54 51	52 7	48 19	46 25	43 27	40 16	36 7	32 16	3
52 47	50 4	47 12	44 9	40 57	37 32	34 27	29 59	25 49	4
48 10	45 16	42 11	38 56	35 28	31 47	28 29	23 39	19 11	5
43 27	40 19	37 1	33 32	29 49	25 52	22 19	17 7	12 19	6
38 35	35 15	31 43	27 58	23 59	19 45	15 57	10 21	5 9	7
33 36	30 1	26 15	22 45	17 59	13 25	9 20	3 19	2 57 41	8
28 28	24 39	20 36	16 20	11 44	6 51	2 28	2 55 57	49 53	9
23 9	19 5	14 45	10 11	5 16	0 0	2 55 17	48 16	41 40	10
17 41	13 20	8 43	3 47	2 58 31	2 52 51	47 47	40 9	32 58	11
12 0	7 21	2 25	2 57 7	51 27	45 21	39 51	31 34	23 41	12
6 6	1 8	2 55 49	50 9	44 3	37 27	31 28	22 25	13 44	13
2 59 57	2 54 12	48 56	42 51	36 15	29 4	22 32	12 34	2 53	14
53 32	47 49	41 43	35 7	27 57	20 8	12 56	1 51	1 50 56	15
46 48	40 40	34 5	26 55	19 6	10 29	2 31	1 50 1	37 25	16
39 44	33 8	25 59	18 10	9 35	0 0	1 51 1	36 39		17
32 15	25 5	17 17	8 43	1 59 10	1 48 23	38 3			18
24 17	16 30	7 55	1 58 24	47 40					19
15 46	7 12	1 57 43	47 0						20
6 33	1 57 4	46 23							21
1 56 30	45 50								22
45 20									23
39 25									23° 29'

SEPTENTRIONALE.

MÉRIDIIONALE.

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.										
25°										
Latitudes ou Hauteurs du Pole.										
34 35 36 37 38 39 40 41 42										
Angles Horaires ou Distances au Méridien.										
Declin.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
23° 29'	5 0 32	5 1 35	5 2 38	5 3 42	5 4 42	5 5 46	5 6 45	5 7 45	5 8 43	
23	+ 59 24	5 0 25	5 1 25	5 2 25	3 25	4 21	5 17	6 12	7 7	
22	57 4	4 57 55	4 58 52	4 59 44	0 36	1 25	2 15	3 1	3 49	
21	54 43	55 31	56 17	57 3	4 57 47	4 58 29	4 59 11	4 59 51	0 31	
20	52 20	53 1	53 41	54 21	54 58	55 33	56 7	56 40	4 57 11	
19	49 57	50 32	51 5	51 37	52 7	52 36	53 3	53 28	53 51	
18	47 33	48 2	48 28	48 53	49 16	49 37	49 57	50 13	50 28	
17	45 7	45 30	45 49	46 8	46 24	46 39	46 50	46 59	47 7	
16	42 41	42 56	43 9	43 21	43 30	43 36	43 41	43 45	43 43	
15	40 13	40 21	40 29	40 32	40 35	40 34	40 31	40 25	40 16	
14	37 49	37 46	37 45	37 43	37 37	37 29	37 19	37 5	36 49	
13	35 12	35 7	35 1	34 51	34 39	34 24	34 5	33 44	33 20	
12	32 39	32 28	32 14	31 58	31 39	31 16	30 49	30 21	29 48	
11	30 5	29 47	29 26	29 3	28 36	28 5	27 32	26 56	26 15	
10	27 28	27 3	26 36	26 5	25 31	24 53	24 11	23 27	22 37	
9	24 49	24 17	23 43	23 5	22 23	21 39	20 49	19 56	18 58	
8	22 8	21 29	20 48	20 3	19 13	18 20	17 23	16 22	15 16	
7	19 24	18 39	17 49	16 57	16 0	15 0	13 55	12 44	11 29	
6	16 37	15 45	14 49	13 49	12 45	11 36	10 23	9 4	7 40	
5	13 48	12 49	11 45	10 38	9 26	8 9	6 47	5 20	3 47	
4	10 56	9 50	8 39	7 23	6 3	4 39	3 8	1 32	3 59 49	
3	8 1	6 48	5 29	4 5	2 37	1 4	3 59 25	3 57 39	55 46	
2	5 3	3 41	2 16	0 44	3 59 7	3 57 25	55 37	53 41	51 38	
1	2 1	0 32	3 58 59	3 57 20	55 33	53 41	51 44	49 39	47 27	
0	3 58 56	3 57 19	55 37	53 49	51 55	49 54	47 47	45 32	43 9	
1	55 47	54 1	52 11	50 14	48 11	46 1	43 44	41 19	38 45	
2	52 33	50 40	48 40	46 35	44 22	42 3	39 33	36 59	34 13	
3	49 16	47 13	45 5	42 50	40 28	37 59	35 20	32 33	29 35	
4	45 52	43 41	41 24	39 0	36 28	33 47	30 57	27 59	24 48	
5	42 24	40 5	37 37	35 4	32 21	29 29	26 28	23 16	19 53	
6	38 51	36 22	33 46	31 1	28 7	25 4	21 50	18 25	14 47	
7	35 12	32 33	29 48	26 51	23 45	20 30	17 4	13 23	9 33	
8	31 27	28 38	25 40	22 33	19 16	15 47	12 8	8 13	4 5	
9	27 35	24 35	21 26	18 7	14 37	10 56	7 1	2 52	2 58 29	
10	23 36	20 25	17 5	13 32	9 49	5 53	1 43	2 57 19	52 35	
11	19 28	16 6	12 33	8 48	4 51	0 39	2 56 13	51 29	46 25	
12	15 13	11 39	7 52	3 53	2 59 40	2 55 13	50 28	45 24	39 59	
13	10 49	7 1	3 0	2 58 46	54 17	49 32	44 27	39 1	33 11	
14	6 15	2 13	2 57 57	53 28	48 40	43 35	38 7	32 17	25 58	
15	1 29	2 57 12	52 42	47 53	42 46	37 19	31 29	25 11	18 20	
16	2 56 32	52 0	47 11	42 3	36 35	30 43	24 25	17 36	10 9	
17	51 23	46 33	41 24	35 55	30 3	23 44	16 55	9 29	1 18	
18	45 58	40 49	35 19	29 25	23 6	16 17	8 51	0 41	1 51 39	
19	40 17	34 47	28 52	22 33	15 43	8 17	0 8	1 51 5	40 55	
20	34 19	28 24	22 3	15 13	7 47	59 38	50 36	40 27	28 44	
21	27 59	21 37	14 49	7 20	1 59 11	50 10	40 1	28 20	14 23	
22	21 15	14 23	6 56	1 58 47	49 4	39 38	27 59	13 58	0 56 11	
23	14 3	6 36	1 58 27	49 26	39 18	27 29	13 49	0 55 57	27 17	
23 29	10 41	2 10	53 41	44 13	33 33	21 4	13 51	45 5		

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
25°									
Latitudes ou					Hauteurs du Pole.				
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles		Horaires		ou		Distances		au Méridien.	
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
5 9 40	5 10 35	5 11 31	5 12 26	5 13 20	5 14 14	5 14 56	5 15 55	5 16 45	23° 29'
8 1	8 53	9 44	10 35	11 24	12 13	12 51	13 44	14 29	23
4 35	5 19	6 1	6 41	7 23	8 2	8 32	9 13	9 47	22
1 7	1 43	2 17	2 51	3 21	3 50	4 12	4 41	5 5	21
4 57 40	4 58 7	4 58 33	4 58 57	4 59 19	4 59 37	4 59 52	4 59 52	4 59 52	20
54 11	54 31	54 47	55 3	55 15	55 24	55 31	55 36	55 39	19
50 43	50 53	51 1	51 7	51 11	51 11	51 8	51 3	50 53	18
47 13	47 16	47 14	47 12	47 5	46 56	46 46	46 27	46 7	17
43 41	43 33	43 24	43 12	42 57	42 39	42 19	41 48	41 17	16
40 5	39 51	39 33	39 12	38 47	38 19	37 51	37 8	36 26	15
36 29	36 7	35 40	35 9	34 36	33 57	33 21	32 24	31 32	14
32 52	32 20	31 45	31 5	30 21	29 33	28 45	27 40	26 35	13
29 12	28 32	27 47	26 57	26 4	25 6	24 12	22 51	21 35	12
25 29	24 40	23 47	22 48	21 44	20 36	19 33	17 59	16 29	11
21 44	20 46	19 43	18 35	17 21	16 1	14 50	13 1	11 20	10
17 56	16 48	15 36	14 19	12 54	11 24	10 2	8 0	6 7	9
14 4	12 48	11 26	9 57	8 23	6 41	5 10	2 54	0 48	8
10 9	8 44	7 11	5 33	3 47	1 53	0 13	3 57 42	3 55 20	7
6 11	4 35	2 53	1 4	3 59 7	3 57 3	3 55 11	52 24	49 51	6
2 8	0 24	3 58 29	3 56 29	54 21	52 4	50 1	47 0	44 12	5
3 58 0	3 56 3	54 1	51 50	49 29	47 0	44 45	41 28	38 24	4
53 48	51 42	49 28	47 4	44 32	41 49	39 23	35 48	32 27	3
49 31	47 13	44 47	42 12	39 25	36 29	33 51	29 59	26 21	2
45 8	42 39	40 1	37 13	34 13	31 3	28 11	23 59	20 4	1
40 38	37 57	35 7	32 6	28 53	25 26	22 21	17 49	13 35	0
36 3	33 9	30 5	26 51	23 22	19 40	16 21	11 25	6 51	1
31 19	28 13	24 56	21 25	17 41	13 42	10 8	4 49	2 59 51	2
26 27	23 8	19 36	15 51	11 49	7 33	3 41	2 57 56	52 35	3
21 27	17 53	14 7	10 4	5 47	1 9	2 56 59	50 47	44 56	4
16 19	12 29	8 25	4 7	2 59 28	2 54 29	49 59	43 15	36 56	5
10 59	6 53	2 33	2 57 54	52 54	47 32	42 40	35 20	28 28	6
5 27	1 6	2 56 25	51 25	46 2	40 15	34 57	26 59	19 26	7
2 59 45	2 55 3	50 2	44 39	38 50	32 32	26 48	18 5	9 44	8
53 47	48 45	43 21	37 32	31 14	24 23	18 6	8 29	1 59 11	9
47 32	42 8	36 19	30 1	23 11	15 39	8 46	1 58 21	47 32	10
41 1	35 12	28 54	22 4	14 35	6 19	1 58 38	46 34		11
34 9	27 51	21 1	13 33	5 19	1 56 7	47 27			12
26 53	20 4	12 36	4 23	1 55 13	44 50				13
19 11	11 43	3 31	1 54 23	44 3					14
10 55	2 45	1 53 37	43 19						15
1 59	1 52 53	42 37							16
1 52 15	42 1								17
41 27									18

SEPTENTRIONALE. MÉRIDIIONALE.

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
30°									
Latitudes ou Hauteurs du Pole.									
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles Horaires		ou		Distances		au		Méridien.	
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
4 42 1	4 42 33	4 43 1	4 43 27	4 43 46	4 44 8	4 44 22	4 44 40	4 44 51	23° 29'
40 24	40 51	41 15	41 36	41 53	42 9	42 19	42 30	42 36	23
37 3	37 20	37 35	37 46	37 56	38 1	38 3	38 1	37 56	22
33 39	33 48	33 55	33 58	33 57	33 52	33 45	33 32	33 15	21
30 15	30 15	30 12	30 5	29 56	29 41	29 25	28 59	28 31	20
26 47	26 39	26 28	26 12	25 52	25 28	25 4	24 24	23 45	19
23 19	23 1	22 41	22 16	21 47	21 12	20 38	19 47	18 56	18
19 48	19 23	18 52	18 17	17 38	16 53	16 11	15 7	14 4	17
16 13	15 38	14 59	14 15	13 25	12 31	11 39	10 21	9 7	16
12 36	11 52	11 4	10 9	9 10	8 4	7 4	5 32	4 5	15
8 56	8 3	7 5	6 1	4 52	3 36	2 25	0 40	3 59 0	14
5 13	4 11	3 3	1 49	0 29	3 59 1	3 57 41	3 55 42	53 49	13
1 27	0 15	3 58 57	3 57 33	3 56 1	54 22	52 53	50 39	48 33	12
3 57 36	3 56 15	54 47	53 12	51 29	49 39	47 59	45 29	43 9	11
53 41	52 11	50 31	48 46	46 52	44 49	42 58	40 13	37 40	10
49 43	48 1	46 12	44 15	42 9	39 53	37 51	34 51	32 1	9
45 39	43 47	41 47	39 39	37 20	34 51	32 38	29 20	26 15	8
41 29	39 27	37 16	34 55	32 22	29 42	27 16	23 40	20 18	7
37 16	35 1	32 39	30 5	27 21	24 25	21 46	17 51	14 11	6
32 55	30 29	27 53	25 7	22 9	18 58	16 6	11 50	7 52	5
28 28	25 50	23 2	20 1	16 49	13 21	10 13	5 38	1 19	4
23 54	21 4	18 1	14 47	11 18	7 34	4 12	2 59 12	2 54 31	3
19 13	16 9	12 52	9 22	5 36	1 34	2 57 56	52 31	47 25	2
14 23	11 4	7 33	3 46	2 59 43	2 55 23	51 25	45 33	40 1	1
9 23	5 50	2 2	2 57 57	53 37	48 53	44 37	38 15	32 13	0
4 13	0 24	2 56 19	51 57	47 13	42 7	37 30	30 33	23 57	1
2 58 53	2 54 47	50 23	45 39	40 33	35 3	30 0	22 24	15 11	2
53 20	48 57	44 11	39 5	33 35	27 35	22 5	13 47	5 45	3
47 35	42 49	37 42	32 12	26 12	19 39	13 39	4 27	1 55 29	4
41 32	36 25	30 55	24 56	18 22	11 13	4 35	1 54 20	44 10	5
35 13	29 42	23 43	17 11	10 3	2 8	1 54 44	43 9		6
28 35	22 36	16 4	8 57	1 4	1 52 14	43 53			7
21 33	15 2	7 56	0 4	1 51 17	41 19				8
14 4	6 59	1 59 9	1 50 23	40 27					9
6 6	1 58 17	49 33	39 40						10
1 57 29	48 47	38 56							11
48 4	38 15								12
37 38									13

SEPTENTRIONALE.

MÉRIDIIONALE.

TABLES HORAIRES.

XIIJ

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
35°									
Latitudes ou					Hauteurs du Pole.				
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles		Horaires			ou			Distances au Méridien.	
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
4 14 37	4 14 41	4 14 39	4 14 33	4 14 27	4 14 11	4 13 50	4 13 28	4 12 59	23° 29'
13 1	13 0	12 55	12 45	12 32	12 13	11 53	11 19	10 43	23
9 40	9 30	9 16	8 57	8 33	8 5	7 35	6 48	6 1	22
6 17	5 58	5 35	5 6	4 33	3 53	3 13	2 13	1 19	21
2 51	2 23	1 50	1 12	0 28	3 59 37	3 58 49	3 57 36	3 56 24	20
3 59 21	3 58 44	3 58 2	3 57 13	3 56 19	3 55 17	3 54 20	3 52 53	3 51 29	19
55 49	55 3	54 11	53 12	52 7	50 54	49 46	48 5	46 28	18
52 15	51 17	50 15	49 7	47 50	46 27	45 9	43 12	41 15	17
48 33	47 27	46 15	44 55	43 28	41 53	40 24	38 13	36 8	16
44 49	43 33	42 11	40 40	39 1	37 13	35 35	33 8	30 49	15
41 0	39 35	38 1	36 19	34 29	32 28	30 38	27 55	25 21	14
37 7	35 31	33 47	31 53	29 50	27 37	25 35	22 35	19 45	13
33 9	31 21	29 25	27 20	25 4	22 38	20 24	17 7	14 0	12
29 5	27 7	24 59	22 40	20 12	17 31	15 5	11 28	8 4	11
24 55	22 45	20 24	17 53	15 11	12 15	9 36	5 39	1 56	10
20 39	18 17	15 43	12 59	10 1	6 51	3 57	2 59 39	2 55 36	9
16 15	13 41	10 54	7 55	4 42	1 13	2 58 6	53 25	49 0	8
11 45	8 56	5 56	2 41	2 59 13	2 55 27	52 2	46 56	42 8	7
7 5	4 3	0 48	2 57 19	53 31	49 26	45 44	40 11	34 57	6
2 17	2 59 1	2 55 30	51 43	47 36	43 9	39 9	33 7	27 21	5
2 57 20	53 48	49 59	45 53	41 25	36 38	32 16	25 40	19 23	4
52 12	48 22	44 15	39 48	35 1	29 47	25 1	17 47	10 52	3
46 51	42 43	38 16	33 28	28 15	22 33	17 20	9 23	1 43	2
41 17	36 49	32 1	26 49	21 8	14 55	9 10	0 22	1 51 46	1
35 28	30 40	25 28	19 47	13 35	6 44	0 24	1 50 33	40 47	0
29 23	24 11	18 31	12 20	5 31	1 57 57	1 50 53	39 43		1
22 57	17 20	11 9	4 21	1 36 50	48 23	40 23			2
16 13	10 4	3 15	1 55 47	47 23	37 49				3
9 1	2 16	1 54 48	46 26	36 55					4
1 20	1 53 53	45 33	36 5						5
1 53 1	44 43								6
43 57									7

SEPTENTRIONALE. MERIDIONALE.

TABLES HORAIRES.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.									
45°									
Latitudes					ou Hauteurs du Pole.				
43	44	45	46	47	48	48.50.15	50	51	
Angles Horaires					ou Distances au Méridien.				
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Déclin.
3 19 40	3 18 15	3 17 39	3 16 29	3 15 5	3 13 36	3 12 8	3 9 54	3 7 49	23° 29'
18 1	17 1	15 51	14 33	13 5	11 27	9 54	7 34	5 19	23
14 32	13 20	11 59	10 28	8 48	6 55	5 11	2 33	0 1	22
10 56	9 33	8 0	6 17	4 22	2 17	0 20	2 57 23	2 54 35	21
7 15	5 39	3 55	1 57	59 50	2 57 29	2 55 20	52 3	48 56	20
3 26	1 39	2 59 41	2 57 31	55 9	52 33	50 9	46 31	43 4	19
2 59 31	2 57 31	55 20	52 56	50 19	47 26	44 47	40 48	36 59	18
55 28	53 16	50 51	48 12	45 18	42 8	39 14	34 50	30 39	17
51 17	48 51	46 11	43 16	40 5	36 37	33 25	28 36	23 59	16
46 57	44 17	41 21	38 10	34 41	30 52	27 22	22 3	16 59	15
42 29	39 33	36 21	32 51	29 2	24 51	21 1	15 11	9 33	14
37 50	34 37	31 7	27 18	23 7	18 32	14 19	7 53	1 39	13
32 59	29 29	25 40	21 29	16 55	11 55	7 14	0 5	1 53 1	12
27 56	24 7	19 56	15 22	10 22	4 49	1 59 40	1 51 36	43 53	11
22 39	18 29	13 55	8 55	1 3 24	1 57 17	51 33	42 37		10
17 5	12 32	7 33	2 4	55 58	49 9	42 44			9
11 15	6 17	0 48	1 54 44	47 57	40 17				8
5 3	1 59 36	1 53 33	46 49	39 12					7
1 58 28	52 27	45 45	38 11						6
51 25	44 45	37 13							5
43 47	36 19								4
50°									
2 51 41	2 50 8	2 48 23	2 46 16	2 44 18	2 41 33	2 39 42	2 36 15	2 32 57	23° 29'
49 57	48 18	46 27	44 24	42 7	39 24	37 15	33 39	30 11	23
46 13	44 21	42 16	39 59	37 25	34 35	31 59	28 0	24 9	22
42 21	40 15	37 55	35 22	32 32	29 34	26 30	22 4	17 49	21
38 20	35 59	33 25	30 34	27 25	23 57	20 47	15 52	11 9	20
34 9	31 34	28 43	25 33	22 6	18 17	14 45	9 19	4 5	19
29 49	26 57	23 48	20 20	16 31	12 19	8 24	2 23	1 56 32	18
25 17	22 8	18 40	14 52	10 39	5 59	1 40	1 54 57	48 25	17
20 32	17 4	13 16	9 4	4 25	1 59 16	1 54 28	46 58	39 35	16
15 34	11 46	7 35	2 57	1 57 49	52 5	46 43	38 17		15
10 21	6 11	1 33	1 56 27	50 45	44 21	38 18			14
4 51	0 14	1 55 9	49 29	43 7					13
1 58 59	1 53 55	48 16	41 57						12
52 45	47 9	40 51							11
46 4	39 49								10
38 50									9

SEPTENTRIONALE.

SEPTENTRIONALE.

TABLES HORAIRES.

Latitude ou Hauteur du Pole de Paris.										Déclin.
Hauteurs du bord supérieur du Soleil.										
Angles Horaires ou Distances au Méridien.										
30	34	35	39	40	45	50	55	60		
H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
4 44 22	4 20 4	4 13 56	3 49 28	3 43 20	3 12 8	2 39 42	2 4 46	1 23 56	23° 29'	SEPTENTRIONALE.
42 19	17 59	11 53	47 23	41 13	9 54	37 15	1 53		23	
38 3	13 41	7 35	43 0	36 47	5 11	31 59	1 55 33		22	
33 45	9 21	3 13	38 32	32 16	0 20	26 30	48 46		21	
29 25	4 59	3 58 49	33 57	27 39	2 55 20	20 47	41 28		20	
25 4	0 31	54 20	29 17	22 56	50 9	14 45	33 30		19	
20 38	3 56 0	49 46	24 31	18 5	44 47	8 24			18	
16 11	51 25	45 9	19 39	13 7	39 14	1 40			17	
11 39	46 44	40 24	14 36	8 0	33 25	1 54 28			16	
7 4	41 57	35 35	9 27	2 44	27 22	46 43			15	
2 25	37 5	30 38	4 8	2 57 18	21 1	38 18			14	
3 57 41	32 7	25 35	2 58 40	51 40	14 19				13	
52 53	27 3	20 24	52 59	45 51	7 14				12	
47 59	21 49	15 5	47 7	39 46	1 59 40				11	
42 58	16 27	9 36	40 59	33 26	51 33				10	
37 51	10 56	3 57	34 36	26 47	42 44				9	
32 38	5 13	2 58 6	27 55	19 48	33 0				8	
27 16	2 59 21	52 2	20 52	12 25					7	
21 46	53 14	45 44	13 25	4 33					6	
16 6	46 53	39 9	5 29	1 56 4					5	
10 13	40 15	32 16	1 56 57	46 53					4	
4 12	33 19	25 1	47 41	36 45					3	
2 57 56	26 1	17 20	37 29						2	
51 25	18 18	9 10							1	
44 37	10 4	0 24							0	
37 30	1 15	1 50 53							1	
30 0	1 51 39	40 23							2	
22 5	41 4								3	
13 39									4	
4 35									5	
1 54 44									6	
43 53									7	
31 40									8	
										MÉRIDIONALE.

Ascension droite du Soleil.

Pour les jours du mois.

Jours.	Janvier.			Février.			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.			Juillet.			Août.			Septemb.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	23	55	34	21	43	31	19	54	40	18	1	14	16	10	0	14	7	14	12	2	58	9	58	13	8	2	14
2		51	9		39	28		50	56	17	57	37		6	11		3	8	11	58	50		54	21	7	58	36
3		46	44		35	25		47	12		53	59		2	21	13	59	2		54	42		50	29		54	59
4		42	19		31	23		43	28		50	21	15	58	31		54	55		50	34		46	38		51	22
5		37	55		27	22		39	45		46	42		54	40		50	48		46	27		42	47		47	45
6		33	32		23	22		36	2		43	3		50	49		46	41		42	21		38	57		44	8
7		29	10		19	22		32	20		39	24		46	57		42	34		38	15		35	7		40	31
8		24	49		15	23		28	39		35	45		43	5		38	26		34	9		31	18		36	55
9		20	28		11	25		24	59		32	5		39	12		34	18		30	3		27	29		33	19
10		16	8		7	28		21	19		28	25		35	18		30	10		25	58		23	41		29	43
11		11	48		3	32		17	40		24	45		31	23		26	1		21	53		19	54		26	7
12		7	29	20	59	37		14	1		21	4		27	28		21	52		17	49		16	7		22	32
13		3	10		55	42		10	22		17	23		23	32		17	43		13	45		12	21		18	57
14	22	58	52		51	48		6	43		13	42		19	36		13	34		9	42		8	35		15	21
15		54	34		47	55		3	4		10	1		15	39		9	25		5	39		4	50		11	45
16		50	17		44	2	18	59	25		6	19		11	42		5	16		1	37		1	5		8	9
17		46	1		40	10		55	46		2	37		7	44		1	6	10	57	35	8	57	21		4	34
18		41	45		36	19		52	7	16	58	55		3	46	12	56	57		53	34		53	38		0	58
19		37	30		32	29		48	28		55	12	14	59	47		52	47		49	33		49	55	6	57	23
20		33	16		28	39		44	49		51	28		55	47		48	38		45	32		46	13		53	47
21		29	3		24	50		41	11		47	44		51	47		44	28		41	32		42	31		50	11
22		24	51		21	2		37	33		44	0		47	47		40	18		37	33		38	49		46	35
23		20	40		17	14		33	55		40	15		43	46		36	9		33	35		35	8		43	0
24		16	29		13	27		30	17		36	30		39	44		31	59		29	37		31	27		39	24
25		12	19		9	41		26	39		32	44		35	42		27	50		25	40		27	46		35	48
26		8	10		5	55		23	1		28	58		31	39		23	41		21	43		24	6		32	12
27		4	1		2	10		19	23		25	11		27	36		19	32		17	47		20	26		28	35
28	21	59	53	19	58	25		15	45		21	24		23	33		15	23		13	51		16	47		24	58
29		55	46		12	7		12	7		17	37		19	29		11	14		9	55		13	8		21	21
30		51	40		8	29		8	29		13	49		15	24		7	5		6	0		9	30		17	43
31		47	35					4	51					11	19					2	6		5	52			

On ôtera un
jour des mois
de janvier &
février de
ann. biffext.

Ascension droite du Soleil.

Pour les jours du mois.			✦	Pour les années.	Pour les heures selon les mois.			Pour les minutes.				
Jours.	Octobre.	Novemb.	Décemb.	Années.	H. M. S.	Heures	2	4	6	C'	1"	
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.									
1	6 14 6	4 17 37	2 13 32	1769	5 14 30	Janv.	1	22	44	1 6"	0	1"
2	10 28	13 41	9 12	1770	15 34		15	21	42	1 4	12	0 2
3	6 50	9 44	4 51	1771	16 39	Fév.	1	20	40	1 1	18	0 3
4	3 12	5 46	0 30	B. 1772	13 18		15	19	39	0 58	24	0 4
5	5 59 33	1 48	1 56 8	1773	14 23	Mars	1	18	37	0 56	30	0 5
6	55 54	3 57 49	51 45	1774	15 28		15	18	36	0 54	36	0 6
7	52 14	53 48	47 22	1775	16 33	Avr.	1	18	36	0 54	42	0 7
8	48 34	49 46	42 59	B. 1776	13 12		15	18	37	0 55	48	0 8
9	44 53	45 44	38 35	1777	14 17	Mai.	1	19	38	0 57	54	0 9
10	41 12	41 41	34 11	1778	15 21		15	19	39	0 59	60	0 10
11	37 30	37 37	29 46	1779	16 26	Juin.	1	20	40	1 1		
12	33 48	33 32	25 21	B. 1780	13 4		15	21	42	1 2		
13	30 6	29 27	20 56	1781	14 9	Juill.	1	21	42	1 2		
14	26 23	25 20	16 30	1782	15 13		15	20	40	1 0		
15	22 39	21 13	12 5	1783	16 17	Août	1	19	39	0 58		
16	18 55	17 5	7 39	B. 1784	12 56		15	18	37	0 56		
17	15 10	12 56	3 13	1785	14 0	Sept.	1	18	36	0 54		
18	11 25	8 47	0 58 46	1786	15 4		15	18	36	0 54		
19	7 39	4 37	54 20	1787	16 8	Oct.	1	18	36	0 54		
20	3 52	0 26	49 53	B. 1788	12 48		15	19	38	0 56		
21	0 5	2 56 14	45 26	1789	13 52	Nov.	1	19	39	0 59		
22	4 56 17	52 1	41 0	1790	14 57		15	21	42	1 2		
23	52 28	47 47	36 33	1791	16 1	Déc.	1	21	43	1 5		
24	48 39	43 32	32 6	B. 1792	12 41		15	22	44	1 6		
25	44 49	39 17	27 39	1793	13 46							
26	40 58	35 1	23 13	1794	14 50							
27	37 7	30 45	18 47	1795	14 55							
28	33 15	26 28	14 21	B. 1796	12 34							
29	29 22	22 10	9 55	1797	13 39							
30	25 28	17 51	5 28	1798	14 43							
31	21 33		1 3	1799	15 47							
				C. 1800	16 51							

