

Chapitre 10 : Gnomonique des Antonins, à Saint-Antoine en Dauphiné

(NOUVEAUX APERCUS GNOMONIQUES A PROPOS DE L'ABBATIALE).



PREMIERE PARTIE : LE CADRAN DANS L'ESCALIER DU CLOCHER

Les préoccupations gnomoniques des Antonins qui possédaient l'abbaye de Saint-Antoine en Dauphiné, (actuellement Saint-Antoine l'Abbaye) ont déjà été exposées dans le N°55 / été 1989, du Bulletin de l'Association nationale des Collectionneurs et Amateurs d'Horlogerie ancienne, (ANCAHA), sous la plume de Messieurs Yves et Marcel Gay et Charles Morat.

Nous nous intéressons plus spécialement, ici, au cadran solaire à réflexion qui occupe les deux étages supérieurs de l'escalier hélicoïdal du clocher. Ce cadran se développe sur l'envers des marches et des contremarches, sur la paroi cylindrique verticale qui forme la cage et sur le fût central, également cylindrique.

Le fonctionnement de ce cadran, aux aspects parfois déroutants, consiste dans le trajet, sur les surfaces gnomonisées, d'une petite tache de lumière qui y parcourt, ou y coupe, des lignes de couleurs traditionnelles numérotées en chiffres romains.

Cette tache de lumière est produite par un rayon de Soleil venu frapper un petit miroir placé sur l'appui horizontal des quatre fenestrelles supérieures du clocher, d'où il est réfléchi sur le cadran. Ces fenestrelles sont superposées deux à deux et ouvrent sur l'azimut 45° Sud-Est et l'azimut 45° Sud-Ouest.

La visite de cet escalier est difficilement possible au public non spécialisé, aussi le Club Astronomique de Lyon-Ampère a-t-il eu l'heureuse idée de

confectionner une maquette à l'échelle du 1/5ème, qui, après avoir figuré aux expositions de la Semaine de la Science, à Lyon (octobre 1999) permet, désormais, aux visiteurs de Saint-Antoine de se faire une bonne idée de l'ouvrage. Le créateur de la maquette est Monsieur H.-J. MOREL, du C.A.L.A. (Club d'Astronomie Lyon-Ampère).

La présente notice s'inscrit à la suite des travaux de Messieurs GAY et MORAT, sans les rendre caducs; au contraire, son esprit est de les prolonger. En particulier, elle pourrait n'être pas inutile aux visiteurs qui ne se feraient pas une idée d'ensemble des cadrans, car ils ne les voient que morcelés sur de petites surfaces.

Pour la commodité des dessins, nous nous sommes accordé quelques libertés avec les données rigoureuses du document de référence, mais mineures et, d'abord, citées ici.

PARAMETRES UTILISES

1°) la latitude de Saint-Antoine est prise pour 45° alors qu'elle vaut $45^\circ 10' 40''$.

2°) les deux fenestrelles Ouest, superposées, sont séparées par 14 marches et les deux fenestrelles Est, superposées, par seulement 13 marches. Il s'en suit que les envers des contremarches où sont tracés les cadrans verticaux, évoluent en déclinaison par pas de $25^\circ 7'$, ou $27^\circ 69'$.

3°) les miroirs sont posés sur deux fenestrelles superposées qui s'ouvrent sur l'azimut 45° Sud-Est et sur deux fenestrelles superposées qui regardent l'azimut 45° Sud-Ouest. Mais cette orientation n'a pas d'importance, ici.

Il suffit de noter qu'en comptant les azimuts comme les astronomes, les fenestrelles Sud-Est embrassent l'horizon depuis l'azimut -135° jusqu'à l'azimut 45° . Les fenestrelles Sud-Ouest le font de l'azimut -45° jusqu'à l'azimut 135° . Ce qui compte, ce sont les azimuts que les piédroits verticaux des montants des fenestrelles imposent comme limites au passage des rayons solaires. Nous fondant sur le dessin N°59 de la page 58 du Bulletin, nous admettons que les plans limiteurs coïncident avec les azimuts 0° et 90° Ouest, pour les fenestrelles Sud-Ouest, et à 0° et -90° pour les fenestrelles Sud-Est.

Ainsi l'azimut du Soleil serait capté depuis -90° , soit le plein Est jusqu'à 90° , soit le plein Ouest. Le méridien, passant par chacun des quatre miroirs, offre quatre lignes de midi qui, au XVIIème siècle n'ont pas été tracées.

Le premier vertical passe au ras des autres piédroits et il n'a pas été matériellement possible de pousser les tracés jusqu'à lui.

4°) les contremarches mesurent 20 centimètres de hauteur, tout comme leurs envers. Pour notre propos, les nez des marches s'alignent sensiblement dans les azimuts multiples impairs de 8.5° , soit: 8.5° ; 25.5° ; 42.5° ; 59.5° etc.

5°) le diamètre de la cage cylindrique vaut 2,70 mètres et celui du fût central 0,40 mètre.

Désormais, nous pouvons étudier les cadrans, fragmentés sur les différents supports qu'offrent les éléments du clocher, et différencier les types de temps qu'ils manifestent.

LA NATURE DES CADRANS SOLAIRES A REFLEXION.

Nous trouvons les types suivants:

1°) 1 cadran horizontal sur les plateaux de l'envers des marches. Ce cadran horizontal est, concrètement, le seul horizontal du clocher, mais, comme tout cadran horizontal, il est aussi universel pour tous les lieux situés à la même latitude que lui, puisque les paramètres d'un horizontal ne consistent qu'en sa latitude et l'angle horaire du Soleil, (à raison de 15° pour une heure de temps vrai). La valeur des lignes tabulaires qui, sur la table du cadran, marquent les angles horaires du Soleil, dépend de la formule: $\tan(Z) = \sin(\text{PHI}) * \tan(\text{AH})$. Le fait que les lignes tabulaires se déploient, après réflexion sur le miroir, sur des surfaces situées à des niveaux différents n'a d'incidence que sur leurs longueurs et sur leurs bornes, mais absolument pas sur leur éventail angulaire.

Le miroir fonctionne comme l'extrémité d'un style polaire ou l'extrémité d'un style droit qui se joindraient en ce point électif; le style polaire est confondu avec l'axe du monde. Le style droit est vertical. Il n'y a aucune différence gnomonique, ni tabulaire entre un cadran horizontal posé sur le sol (cadran supérieur) et un cadran horizontal tracé sur le plafond (cadran inférieur), et éclairé par un miroir où se réfléchit le rayon solaire.

En outre, l'ombre tourne en sens horloge, aussi bien sur l'horizontal regardant le ciel, que sur le cadran plafonnier, et la tache de lumière, bien qu'elle soit vue par dessous, y tourne aussi en sens horloge. Seule la façon de retourner les chiffres, pour le confort du consultant, les différencie, au besoin.

La planche N° 1 illustre, en coupe horizontale, le principe du cadran à réflexion. Elle montre ce cadran, tracé à l'échelle du clocher, en ignorant tous les obstacles qui, sur le terrain, s'opposent à la progression des lignes. Par exemple, il est clair que les lignes VIII et XVI qui butent sur le pilier ne vont pas au delà. Mais il nous a paru intéressant de donner une vue d'ensemble, théorique.

Cette planche N° 1, en effet, donne une image synthétique de l'escalier dans le Soleil et ce qui n'est pas perçu, parce que dissimulé sous les obstacles de la maçonnerie, n'en est pas moins conçu par l'esprit du gnomoniste.

2°) 20 cadrans verticaux déclinants, un sur l'envers de chaque contremarche. Mais, en pratique, il y en a moins, puisque tous les envers des contremarches ne sont pas accessibles à la tache solaire.

Tous ces verticaux sont différents les uns des autres par suite de la valeur, unique pour chacun d'eux, de leur déclinaison gnomonique. D'un vertical à ses voisins, il existe une variation de 18° de la déclinaison puisque tel est l'angle azimutal entre chaque plan des envers des contremarches.

Si, comme déjà dit, nous admettons que chaque nez de marche s'aligne sur les azimuts 9°, 27°...il s'en suit que les plans des envers des contremarches, (évidemment perpendiculaires aux nez), manifesteront, eux aussi, mais avec un décalage de 90°, des déclinaisons gnomoniques de 9°, 27°, 45°, etc. Ainsi tout point de l'horizon, entre les deux points extrêmes des levers/couchers, lors du solstice d'été, pourra être regardé par l'un ou l'autre des cadrans verticaux, chaque cadran balayant les 180° d'azimut qui lui font face.

A la latitude de Saint-Antoine, le Soleil du solstice d'été se lève dans l'azimut -125°, vers le Nord-Est, compté depuis le Sud et en sens anti-horloge. Il se couche dans l'azimut symétrique de 125°, vers le Nord-Ouest, compté depuis le Sud, mais, cette fois, en sens horloge.

Comme le sens de montée de l'escalier est senestrogyre, la déclinaison d'un envers de contremarche est plus septentrionale que la déclinaison de l'envers immédiatement inférieur.

Exemple: un nez de marche s'aligne, exactement dans l'azimut 0°, plein Sud. Sa contremarche regarde l'azimut -90°, plein Est et l'envers de cette contremarche regarde l'azimut supplémentaire, soit 90°, plein Ouest.

Si la marche à monter, ensuite, a une contremarche déclinant de -108°, au Nord-Est, l'envers de sa contremarche déclinera de 72° vers le Sud-Ouest.

RAPPEL: Formulaire des cadrans verticaux déclinants:

- angles tabulaires formés par les lignes horaires avec la ligne de XII heures (verticale):

$$\tan (Z)= \cos(\text{PHI})$$

$$\cos (D) * \cotg(\text{AH}) + \sin(D) * \sin(\text{PHI})$$

- angle de la sous-stylaire avec la ligne XII:

$$\tan (\text{beta}) = \sin(D) * \cotg(\text{PHI})$$

- angle aérien du style avec sa sous-stylaire:

$$\text{Sin} (\text{alpha}) = \cos(D) * \cos(\text{PHI})$$

3°) 2 cadrans cylindriques verticaux, intérieurs, (cavernes), sur la paroi cylindrique concave de la cage d'escalier. En réalité, il s'agit d'un seul cadran coupé en deux moitiés symétriques, avec des portions répétitives. Que chaque

moitié possède son style particulier, sous la forme d'un miroir, ne la particularise pas, parce que les miroirs sont horizontaux, n'ont donc pas d'azimuts et, ainsi, tout se passe comme s'il n'y avait qu'un seul miroir.

La planche N°2 montre le tracé de la moitié orientale du cadran, animé par les fenestrelles du Sud-Est et qui procure donc les heures du matin.

Il faut se garder de confondre ces cadrans, dont le style se définit comme un oculus sur la paroi, avec les cylindriques plus courants (cadrans-tuyaux), dont une bille axiale, installée au centre géométrique du cylindre et sur son horizon, projette son ombre sur la paroi.

4°) 2 cadrans cylindriques convexes, sur le fût dont on peut dire la même chose qu'à propos de celui de la paroi. Ici le miroir fonctionne comme s'il était l'extrémité d'un style droit, distante du centre du cylindre de 1 m. 35 et de sa surface de 1 m. 15.

La planche N°5 montre comment ce pilier central est visité par le Soleil. On constate que les rayons solaires qui tangenteraient le fût, après réflexion sur les miroirs, seraient contenus entre les azimuts: $45^\circ + - 8^\circ$ au Sud-Ouest et $-45^\circ + - 8^\circ$ au Sud-Est. Ils balayent donc, exactement, les trois quarts de la circonférence du fût, mais cela n'apporte guère d'informations gnomoniques supplémentaires.

En effet, la planche N°2 montre que, seules, les heures rondes 16 et 8 de temps vrai font impact sur le fût, presque exactement au Sud. Déjà les heures voisines, 15 et 9, ne font qu'effleurer, peut-être, le pilier. Mais, entre ces heures, peuvent se remarquer des segments d'italiques ou de babyloniens.

Ces remarques à propos du pilier suggèrent un calcul, forcément très approximatif, ici:

1°) la hauteur du Soleil qui fait glisser la tache de lumière, du fût au plafond, doit dépasser 57° . En effet, la mesure de cette hauteur correspond à la tangente de l'angle dont le côté horizontal vaut environ 1,15 mètres (du miroir au pilier), et le côté vertical, le long du pilier, environ: 2,50 m. moins 0.7 m. (horizon du miroir), soit 1,80 m.

Donc: $\text{tg} (1.8 / 1.15) > 57^\circ$.

Cela concerne les lignes 8 et 16.

2°) la hauteur du Soleil qui provoque un semblable glissement, mais de la paroi cylindrique au plafond, pour les lignes horaires les plus longues, telles que 1 et 14, doit dépasser 35° : (tangente = $1.80 / 2.60$, car la hauteur de la paroi est, cette fois, rapportée à une longueur plus que double de celle du premier cas.

LA NATURE DES HEURES MANIFESTEES PAR LES CADRANS

Trois systèmes horaires sont présents sur les pierres du clocher et leurs combinaisons permettent une excellente maîtrise du temps puisqu'ils sont fondés, chacun, sur l'un des événements majeurs que comporte une journée:

1°) le système des heures vraies locales.

L'évènement fondateur du système est le passage du Soleil au méridien local, ce qui définit l'instant de midi. Sous nos latitudes cela se produit lorsque le Soleil passe exactement au Sud et y culmine. Les heures vraies décomptent les angles horaires du Soleil, qui sont l'une de ses coordonnées, souvent associée, en astronomie, avec sa déclinaison, et avec son azimut et sa hauteur.

Lorsque, vu de la Terre, le Soleil a parcouru un tour complet, avec retour au méridien de départ, il a couvert 360° que l'on fait correspondre à 24 heures. Ainsi 1 heure vaut 15° , une demi-heure vaut $7,5^\circ$ etc.

2°) le système des heures babyloniennes dont l'évènement fondateur est le lever du Soleil ou heure babylonique 0. Après le lever, chaque heure de temps vrai qui s'écoule, fait s'accroître d'une unité le temps babylonique qui accumule, ainsi, 24 heures égales jusqu'au lever suivant.

Il est clair que, dans ce système, tous les jours de l'année ont même durée, soit 24 heures babyloniennes, mais il n'existe pas deux jours consécutifs où une certaine heure babylonique corresponde à une même heure de temps vrai. Les babyloniennes sont aussi appelées: *horae ab ortu*.

3°) le système des heures italiques qui fonctionne comme le système babylonique, mais dont l'évènement fondateur est le coucher du Soleil de la veille ou du jour même. On peut dire des italiques les mêmes choses que l'on vient de dire à propos des babyloniennes, par symétrie. Ainsi, pour ne donner qu'un seul exemple, les italiques sont appelées *horae ab occasu*.

La présence simultanée sur un cadran, de ces trois systèmes, en fait un instrument très performant qui indique, entre autres:

- le lever du Soleil
- le coucher du Soleil
- le temps écoulé depuis le lever du jour présent
- le temps écoulé depuis son coucher de la veille
- le temps qui sépare de son coucher du jour présent
- la durée du jour clair
- la durée de la nuit
- l'heure vraie qu'il est, aussi et d'abord !

Les quatre planches « Canevas » montrent, sur un canevas cartésien réglé par les hauteurs et les azimuts du Soleil :

-- comment se présentent les heures solaires vraies, tous les quarts d'heure, aux douze dates remarquables de l'année qui donnent naissance aux 7 arcs de déclinaison usuels, dits "des 21 des mois".

-- le tracé des italiques et des babyloniennes.

-- le tracé des heures temporaires

Ces planches fonctionnent comme des abaques et fournissent leurs renseignements même pour les heures de nuit. Elles peuvent se tracer pour toutes les latitudes, sauf si les renseignements fournis exigent un lever et un coucher du Soleil, auquel cas la latitude 66,5° sera une limite infranchissable.

REMARQUE COMPLEMENTAIRE

Un pilier, des fenestrelles, en voilà assez pour ouvrir la voie à tous les ésotérismes, surtout à ceux " de quat'sous ". Nous avons voulu tenter une petite aventure en deux alinéas:

1°) si nous nous adossons contre le pilier, aux points où les lignes horaires 8 et 16 de la planche N° 1 l'atteignent, sur le papier (!), donc sensiblement au Sud, nous visons par les fenestrelles les azimuts -51° vers le Sud-Est et 51° vers le Sud-Ouest. Quelles étoiles se levaient-elles et se couchaient-elles, dans ces azimuts, au XVIème ou au XVIIème siècle ? La réponse est que ces étoiles devaient avoir une déclinaison Sud déjà importante, de l'ordre de -26°. Donc la constellation du Scorpion, avec sa merveilleuse Antarès, répondait à l'exigence. De là à prétendre qu'un antonin s'y intéressait, il y a un pas. Si, de nos jours quelqu'un veut voir cela il lui faut choisir la période de meilleure observation, soit vers fin Mai et ensuite.

Rappel: la déclinaison d'une étoile qui la fait lever et coucher dans un azimut donné, pendant de très longues années est:

$$- \sin (\text{DEC}) = \cos (\text{Az}) * \cos (\text{lat})$$

Mais, comme les étoiles tournent en, seulement, 23 h. 56 m. 04 s. , elles se lèvent et se couchent à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit, prenant, chaque jour, une avance de 3 m. 56 s., sur leur horaire de la veille.

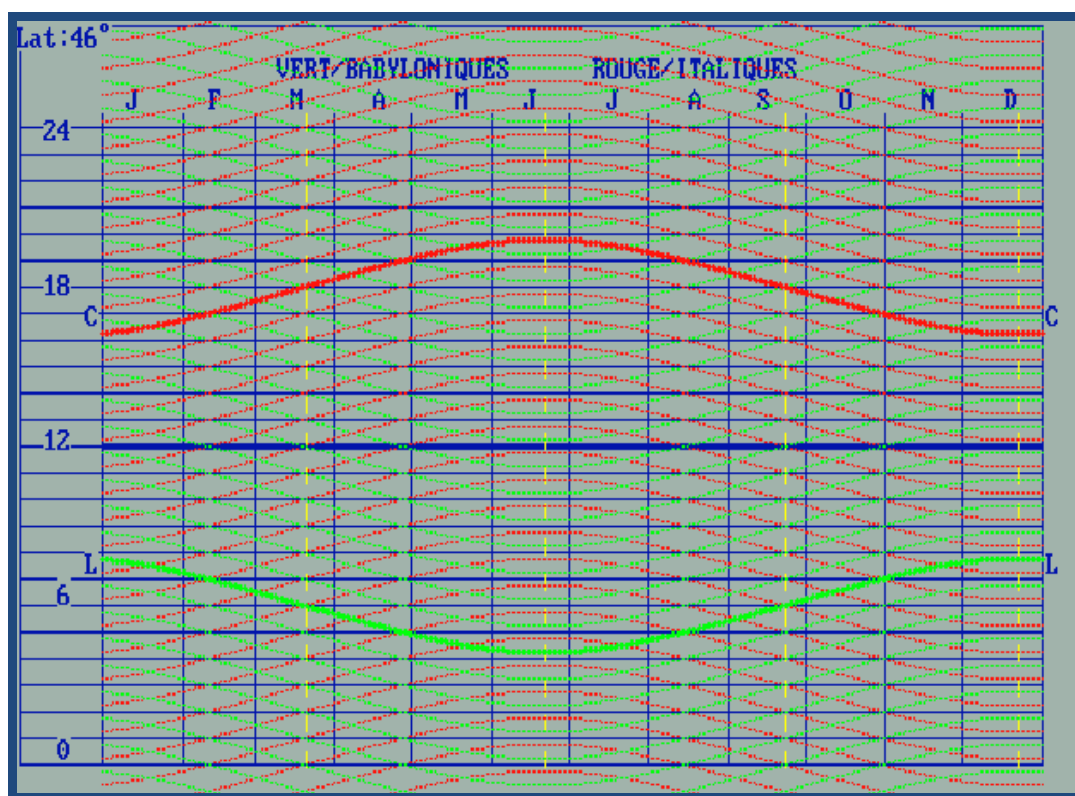
2°) du même emplacement sommes-nous au point de départ de routes orthodromiques qui aboutiraient à des lieux sacrés, Jérusalem, par exemple ou Rome ? Sur ce point, nous n'avons rien trouvé, mais la piste reste ouverte.

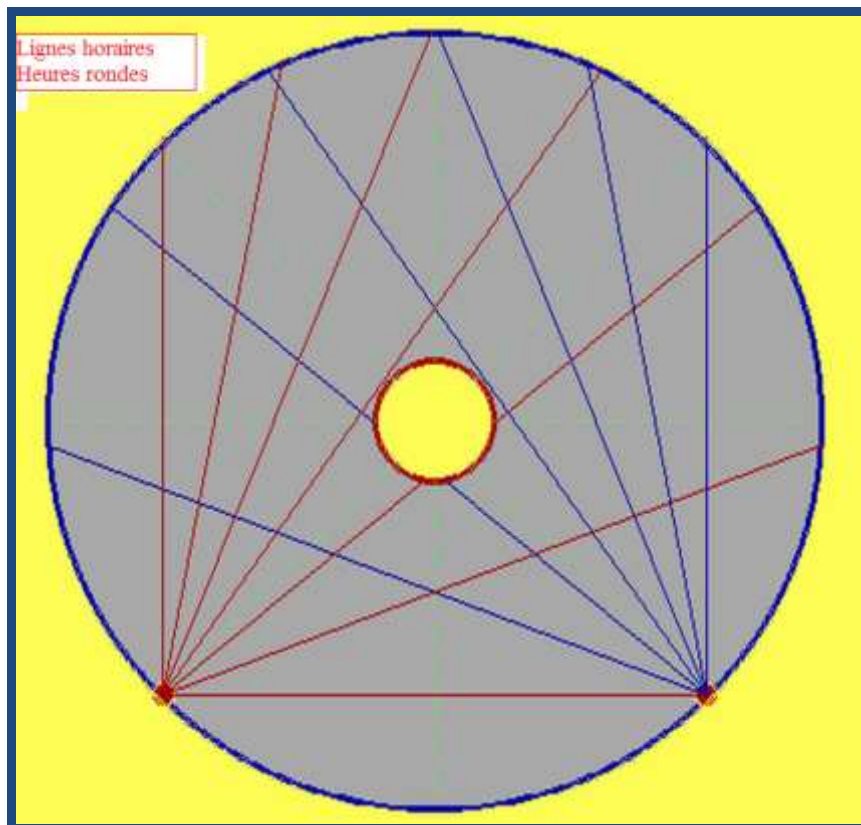
CONCLUSION

Ce cadran solaire, merveilleux joyau d'un grand trésor, mérite d'être connu et sauvé, avant que son état, déjà bien délabré n'empire.

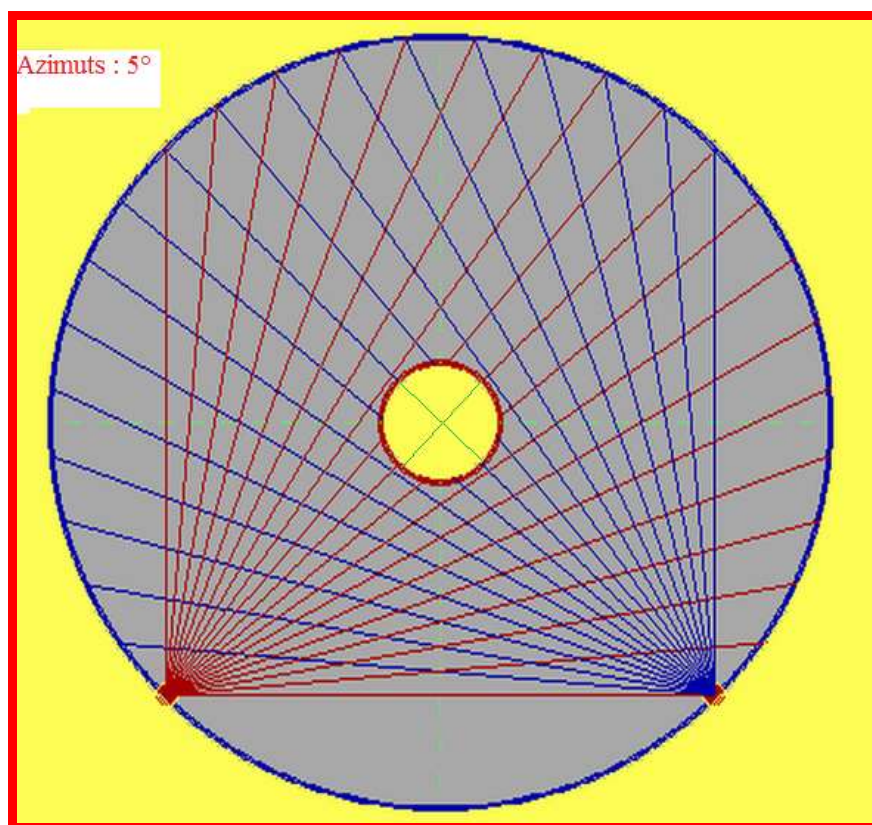
« St Antoine L'Abbaye »

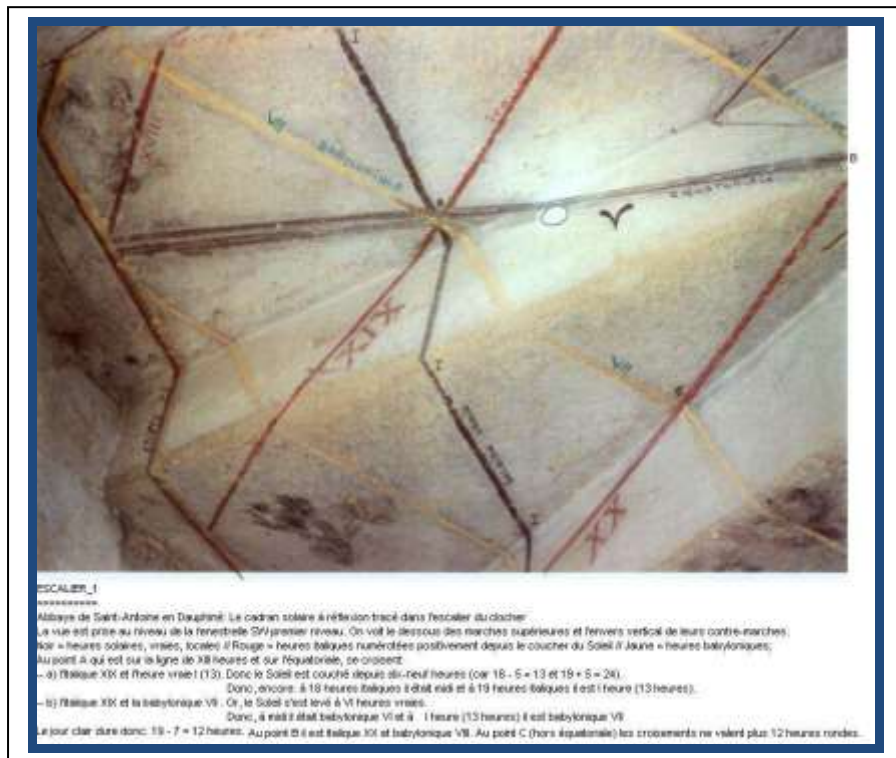
Editions C3P Services. Imprimeries de Champagne





Les deux lignes de midi sont les extrêmes, à droite et à gauche.

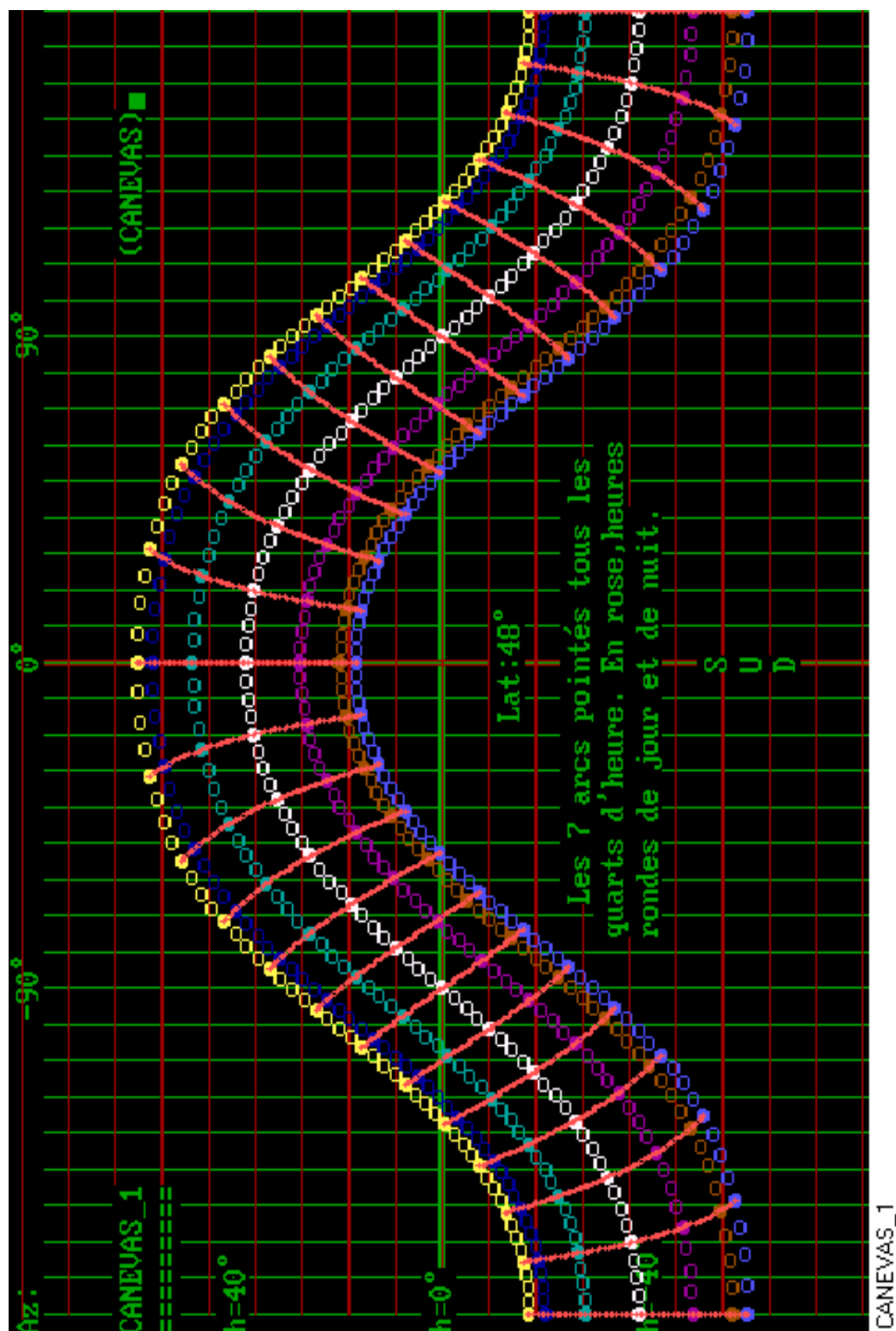


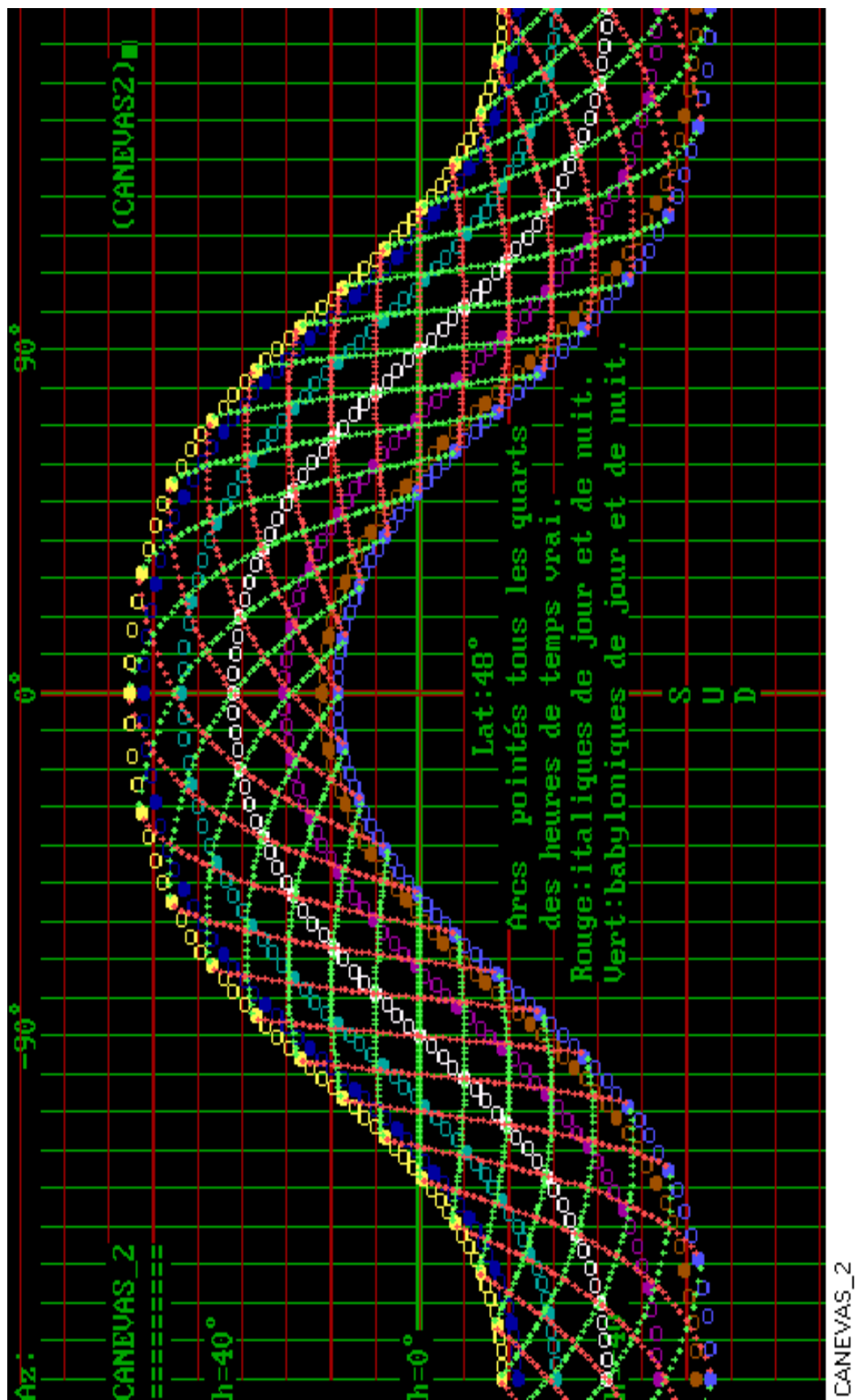


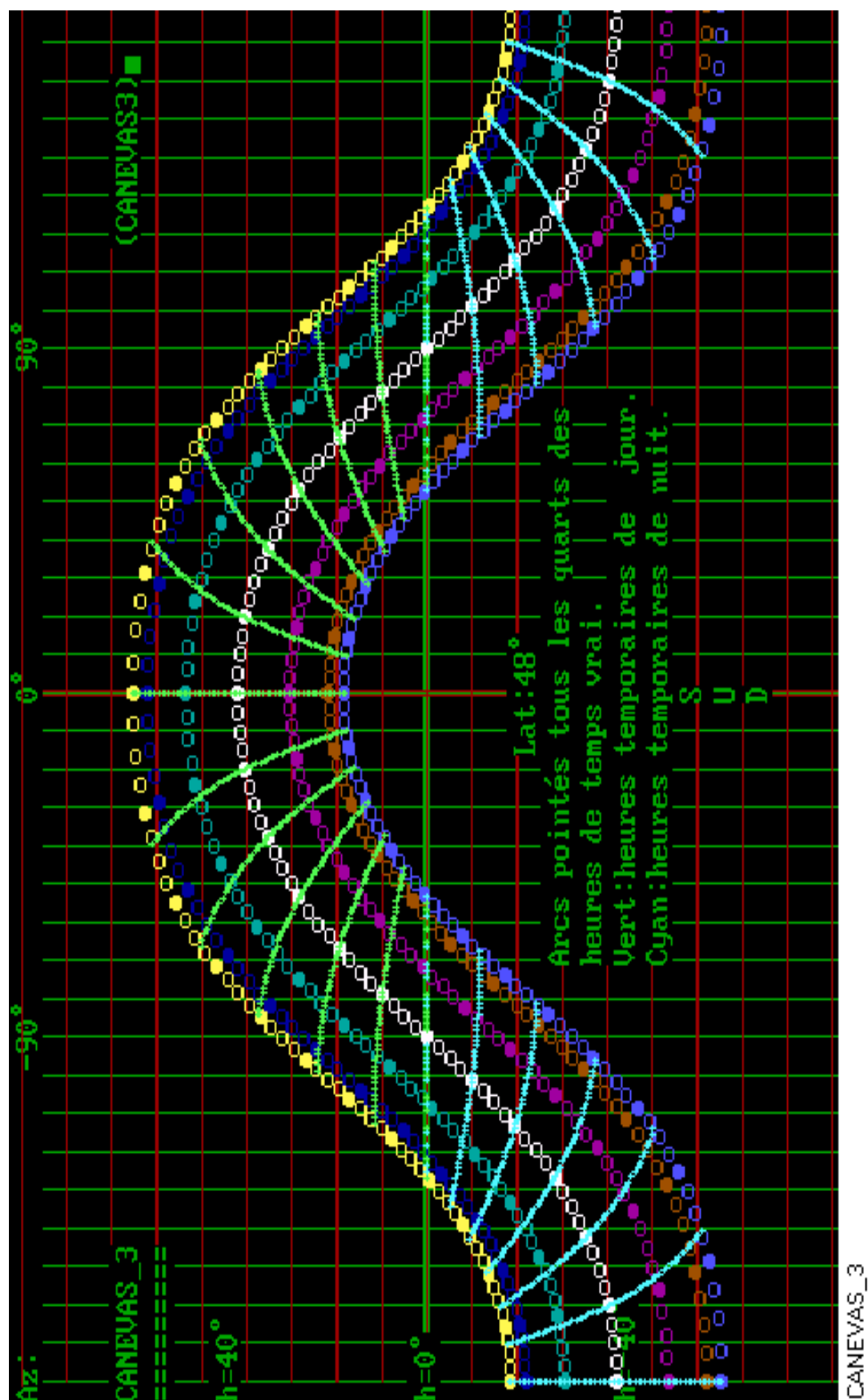
L'escalier vu par dessous

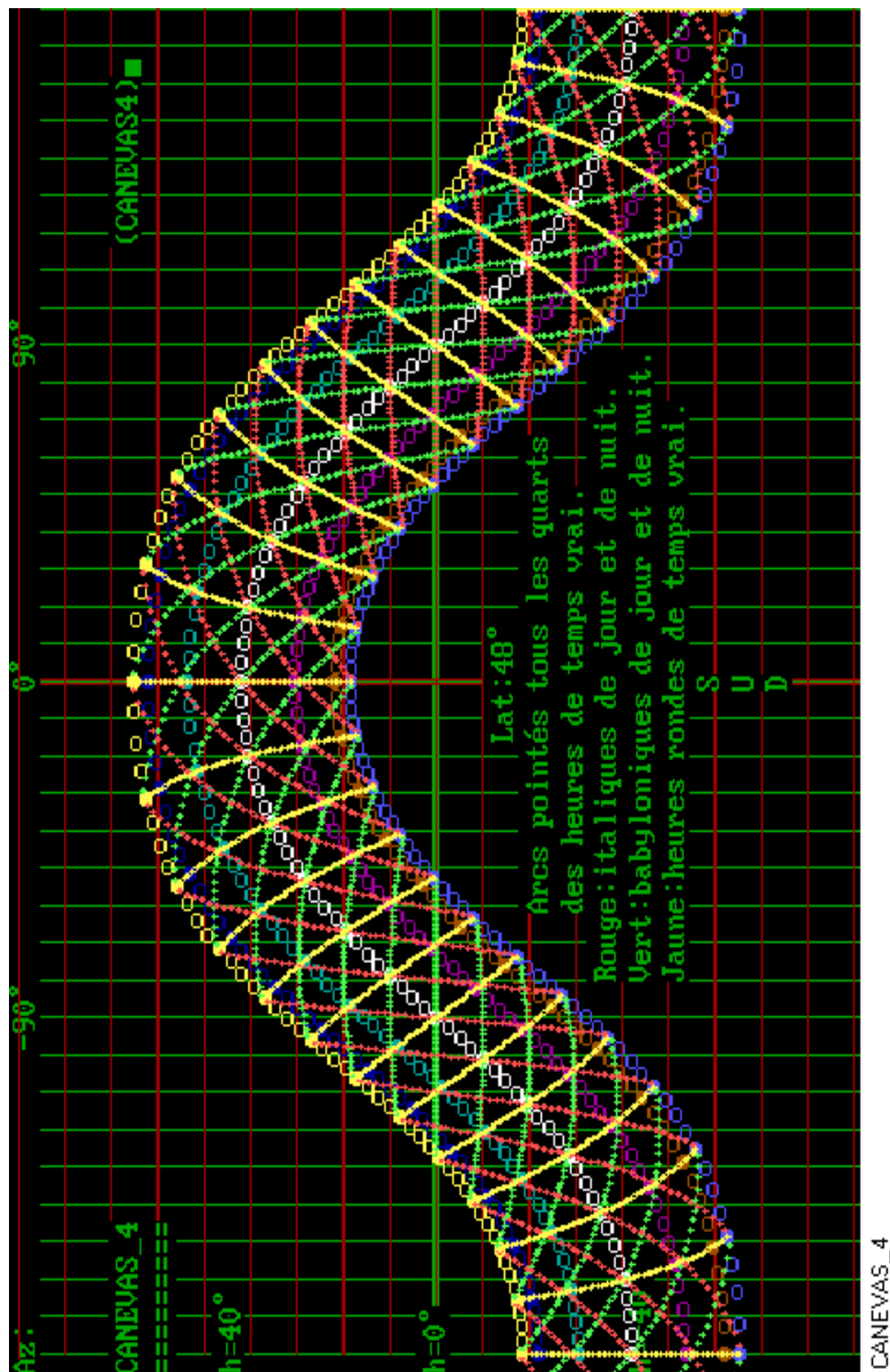


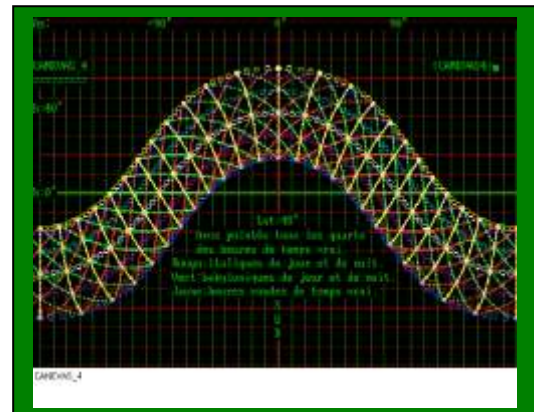
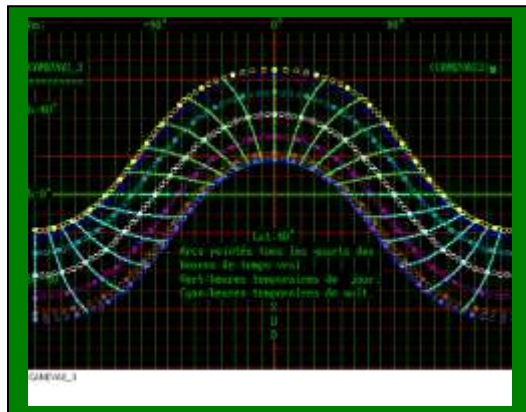
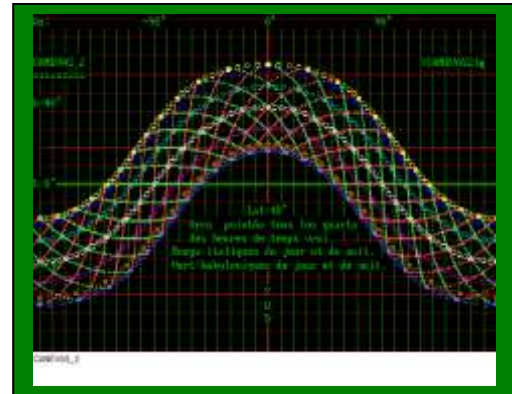
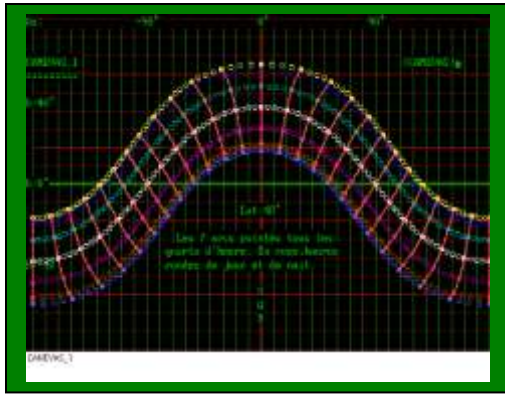
La maquette de H.-J. Morel









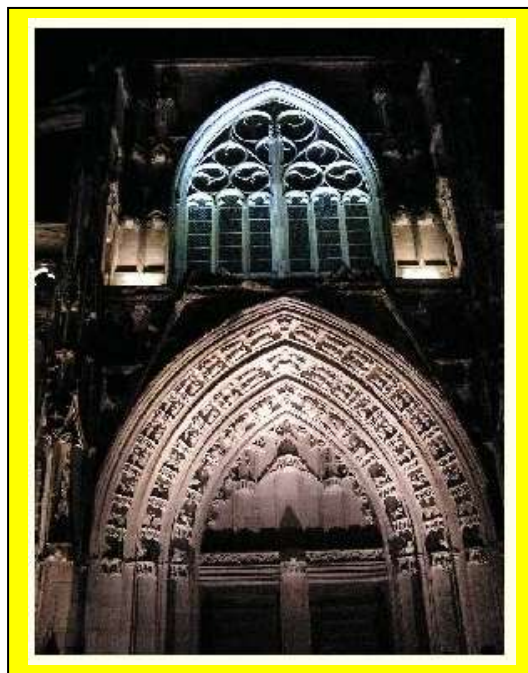


Ces quatre images présentent les différents types d'heures, reportés sur un canevas altazimutal à la latitude 48° .

Nous les avons données plus haut, en pleine page, mais il serait encore mieux de consulter notre album ITER_02_10 et d'en zoomer les images.

DEUXIEME PARTIE : LE CHŒUR ENSOLEILLE

Dans l'abbatiale de Saint-Antoine en Dauphiné, déjà si accueillante aux rayons du Soleil, dispensateurs des heures et des dates, la tradition enseigne encore que le chœur serait la seule zone ensoleillée de l'église, certains jours, lorsque le Soleil passe par l'azimut de la grande verrière occidentale. A cet instant, les deux degrés qui supportent la barrière en fer forgé du chœur (jadis table de communion), formeraient comme une frontière à la lumière qui s'étendrait alors jusqu'au fond du chœur, laissant la totalité de la nef hors soleil. Sans prétendre élucider, faute de mesures rigoureuses, ce problème à la décimale près, il nous a semblé intéressant de le présenter, à la fois comme nous le percevons de nos jours et aussi comme a dû l'affronter l'architecte de l'église, à la fin de la période gothique.



La grande verrière au dessus du porche

L'illumination du chœur est produite par toute la hauteur de lumière qui la traverse ; le phénomène de la colombe n'est produit que par le rayon de Soleil qui traverse le vitrail en losange, tout en haut de la verrière.

LE PROBLEME VU PAR NOUS

Nous sommes dans une position privilégiée puisque nous pouvons admettre qu'il a existé un problème et qu'il a été résolu. Ainsi nous penserons, en réfléchissant sur le schéma de principe:

1) qu'il se trouve bien un jour ou, plutôt, une paire de jours où le Soleil passe par l'azimut de l'axe de l'église, à une hauteur telle qu'il projette l'image de la grande verrière occidentale exactement dans le chœur, sans qu'elle ne commence dans la nef ni qu'elle n'escalade le mur du fond du chœur.

2) que cette hauteur du Soleil, à l'instant du phénomène, est juste adéquate pour que l'angle sous lequel il projette la verrière rende égales la longueur de la projection de la verrière et la longueur du chœur où elle va, en quelque sorte, se coucher.

3) que les longueurs AB, BC, CD, DE, qui sont interdépendantes, ont été choisies, non seulement de façon à soutenir entre elles des rapports de compossibilité, mais encore dans un ordre préférentiel tel qu'il assurât la subordination des mineures à celles que l'architecte tenait pour majeures.

LE PROBLEME VU PAR L'ARCHITECTE

Le lieu, donc la latitude, étant choisi, il a dû décider, ou accepter, l'azimut de l'axe majeur de son église. Ici c'est, à très peu près, la direction cardinale Est, soit 90° depuis le Nord en sens horloge; donc l'axe renversé vise l'Ouest, ce qui veut déjà dire que le phénomène du Soleil, dans l'axe de l'église et pas encore couché, ne se produira pas entre les deux équinoxes, de Septembre à Mars.

Ensuite, se préoccupant du plan au sol, avant d'en venir à l'élévation, l'architecte a dû déterminer les longueurs CD et DE, sans doute, pour des raisons étrangères à la gnomonique.

A ce point de la reconstitution, nous ne saurons pas si la verrière AB a été imposée par la hauteur du mur AC, ou si le point B et la hauteur AB ont été choisis préférentiellement, parce qu'ils auraient ainsi constitué la condition nécessaire pour que les dates mises en valeur par le phénomène lumineux soient bien celles qu'on voulait manifester. Il est clair que, si l'emplacement AB ne dépend pas d'intentions gnomoniques, les dates d'apparition du phénomène n'ont plus de signification dans un référentiel symbolique ou religieux.

NOS SIMULATIONS

Sur le dessin N°1, nous faisons arriver la lumière juste au seuil du chœur. On voit qu'il s'en faudrait de 6 à 7 mètres pour qu'elle atteigne, en même temps, exactement le fond du chœur. Dans cette simulation, la hauteur du Soleil est de

22° et sa déclinaison de 15°41, ce qui procure les dates du 3 Mai et du 10 Août grégoriens.

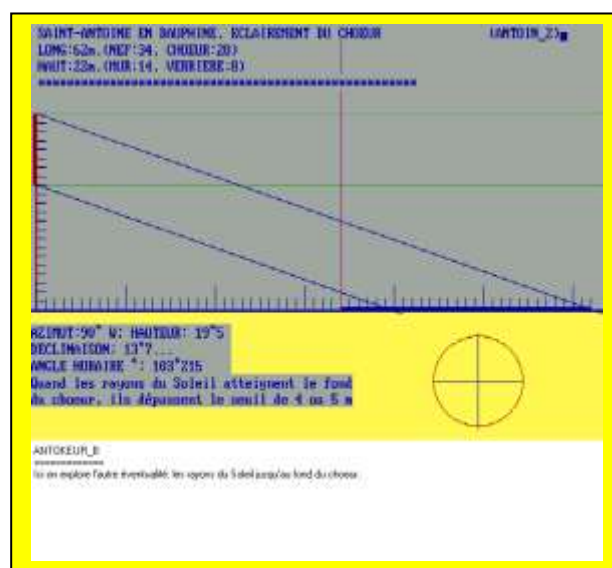
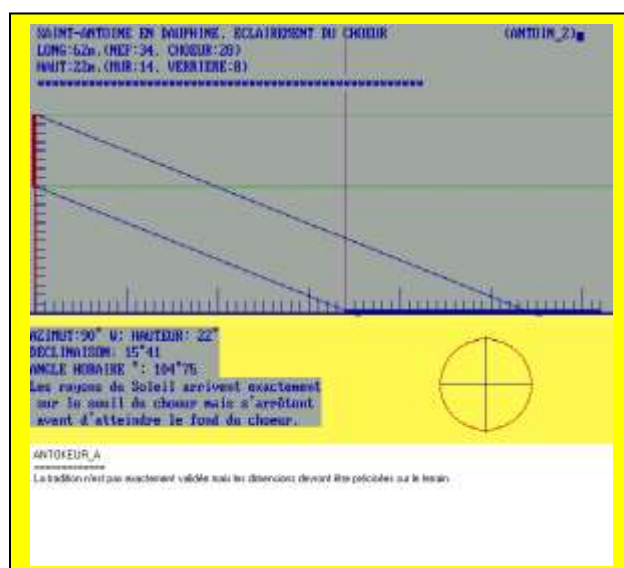
Sur le dessin N°2, nous faisons arriver la lumière exactement au fond du chœur. On voit qu'ainsi la frontière entre l'ombre et la lumière avance au delà du seuil du chœur de 4 à 5 mètres. Dans cette simulation, la hauteur du Soleil est de 19°5 et sa déclinaison de 13°7, ce qui procure les dates du 27 Avril et du 16 Août grégoriens.

En toute rigueur, on ne peut pas dire que la tradition se trouve parfaitement validée, mais nous manquons de mesures rigoureuses et, même, tout simplement, d'observations qui lèveraient l'incertitude.

A PROPOS DES PROBABILITES

En attendant une vérification expérimentale, serait-il légitime de considérer qu'il existe une bonne probabilité pour que l'architecte ait voulu réussir une telle performance ? On rappellerait les phénomènes du clou de la Saint-Martin et de la colombe inscrite dans un triangle; on arguerait, aussi, de l'existence de cet admirable cadran solaire dans l'escalier du clocher.

Et, cependant, ce recours à la notion de probabilité serait parfaitement illégitime, pour deux raisons. Tout d'abord, ce phénomène lumineux, s'il a été voulu, s'analyse comme une oeuvre humaine intentionnelle et, donc, non aléatoire. D'autre part, il s'agit d'une oeuvre unique, donc impossible à saisir dans un dénombrement statistique destiné à constituer ce " grand nombre " qui fonde le référentiel probabiliste des statisticiens.





Le vitrail dont le losange central, incolore, livre passage au Soleil qui, le jour de la Saint-Martin, vient illuminer le clou de fer dans la chapelle latérale.
Ce phénomène n'est qu'évoqué dans ces lignes.



TROISIEME PARTIE : LE PHENOMENE DE LA COLOMBE

PROGRAMME <ANTOINE>.

CE PROGRAMME SE PROPOSE DE TESTER L'HOMOGENEITE DES MESURES EFFECTUEES A L'ABBAYE SAINT-ANTOINE-EN-DAUPHINE, LE MERCREDI 24 AOUT 1988, A PROPOS DU PHENOMENE DE LA COLOMBE.

IL CONFRONTE LES HEURES OU SONT ATTEINTS, DU 21 MARS AU 22 SEPTEMBRE, CET AZIMUT ET CETTE HAUTEUR. LA ZONE OU CES DEUX COORDONNEES CONCORDENT AVEC LES MESURES DU 24 AOUT PERMET D'APPRECIER LA 'RUSTICITE' DES OPERATIONS QUE DES TRAVAUX FUTURS AURONT A REDUIRE.

LES CALCULS NE VONT QUE DU 21 MARS AU 21 JUIN PUISQUE LES MEMES VALEURS SE RETROUVENT, EN SYMETRIQUE, DU 22 JUIN AU 21 SEPTEMBRE.

ON VA CALCULER:

- 1) LES HEURES DU SOIR AUXQUELLES LE SOLEIL ATTEINT LA HAUTEUR DE 22.5 DEGRES LORSQUE SA DECLINAISON VARIE DE 0 A 23.5 DEGRES.
- 2) LES HEURES DU SOIR AUXQUELLES LE SOLEIL PASSE PAR L'AZIMUT DE -89.5 DEGRES (COMPTES DEPUIS LE NORD VERS L'OUEST), LORSQUE SA DECLINAISON VARIE DE 0 A 23.5 DEGRES.

PUIS LES DEUX SERIES SERONT CONFRONTEES POUR METTRE EN EVIDENCE LA ZONE SATISFAISANTE.

LA REPONSE FIGURE DONC DANS LA TROISIEME PATRIE, AUX LIGNES SURLIGNEES EN JAUNE.

PREMIERE PARTIE:HEURES ET HAUTEUR:

VOICI LES COUPLES <DECLINAISONS-HEURES> OU LA
CONDITION DE HAUTEUR EST SATISFAITE:

DECLIN.....ANG.HORAIRE.....HEURE...

0.00	57.1173	15.48
0.25	57.4167	15.50
0.50	57.7158	15.51
0.75	58.0146	15.52
1.00	58.3130	15.53
1.25	58.6111	15.54
1.50	58.9089	15.56
1.75	59.2062	15.57
2.00	59.5032	15.58
2.25	59.7998	15.59
2.50	60.0959	16.00
2.75	60.3917	16.02
3.00	60.6870	16.03
3.25	60.9819	16.04
3.50	61.2763	16.05
3.75	61.5703	16.06
4.00	61.8638	16.07
4.25	62.1568	16.09
4.50	62.4493	16.10
4.75	62.7414	16.11
5.00	63.0329	16.12
5.25	63.3239	16.13
5.50	63.6144	16.14
5.75	63.9043	16.16
6.00	64.1937	16.17
6.25	64.4826	16.18
6.50	64.7708	16.19
6.75	65.0585	16.20
7.00	65.3456	16.21
7.25	65.6321	16.23
7.50	65.9180	16.24
7.75	66.2033	16.25
8.00	66.4880	16.26
8.25	66.7720	16.27
8.50	67.0554	16.28
8.75	67.3381	16.29
9.00	67.6202	16.30
9.25	67.9015	16.32

9.50	68.1823	16.33
9.75	68.4623	16.34
10.00	68.7416	16.35
10.25	69.0202	16.36
10.50	69.2981	16.37
10.75	69.5753	16.38
11.00	69.8517	16.39
11.25	70.1274	16.41
11.50	70.4023	16.42
11.75	70.6765	16.43
12.00	70.9499	16.44
12.25	71.2225	16.45
12.50	71.4944	16.46
12.75	71.7654	16.47
13.00	72.0356	16.48
13.25	72.3050	16.49
13.50	72.5736	16.50
13.75	72.8414	16.51
14.00	73.1083	16.52
14.25	73.3743	16.53
14.50	73.6395	16.55
14.75	73.9038	16.56
15.00	74.1672	16.57
15.25	74.4298	16.58
15.50	74.6914	16.59
15.75	74.9522	16.60
16.00	75.2120	17.01
16.25	75.4709	17.02
16.50	75.7289	17.03
16.75	75.9859	17.04
17.00	76.2420	17.05
17.25	76.4971	17.06
17.50	76.7512	17.07
17.75	77.0044	17.08
18.00	77.2566	17.09
18.25	77.5078	17.10
18.50	77.7579	17.11
18.75	78.0071	17.12
19.00	78.2553	17.13
19.25	78.5024	17.14
19.50	78.7484	17.15
19.75	78.9935	17.16
20.00	79.2374	17.17
20.25	79.4803	17.18

20.50	79.7222	17.19
20.75	79.9629	17.20
21.00	80.2025	17.21
21.25	80.4411	17.22
21.50	80.6785	17.23
21.75	80.9148	17.24
22.00	81.1500	17.25
22.25	81.3841	17.26
22.50	81.6170	17.26
22.75	81.8487	17.27
23.00	82.0793	17.28
23.25	82.3087	17.29
23.50	82.5370	17.30



DEUXIEME PARTIE:HEURES ET AZIMUT:

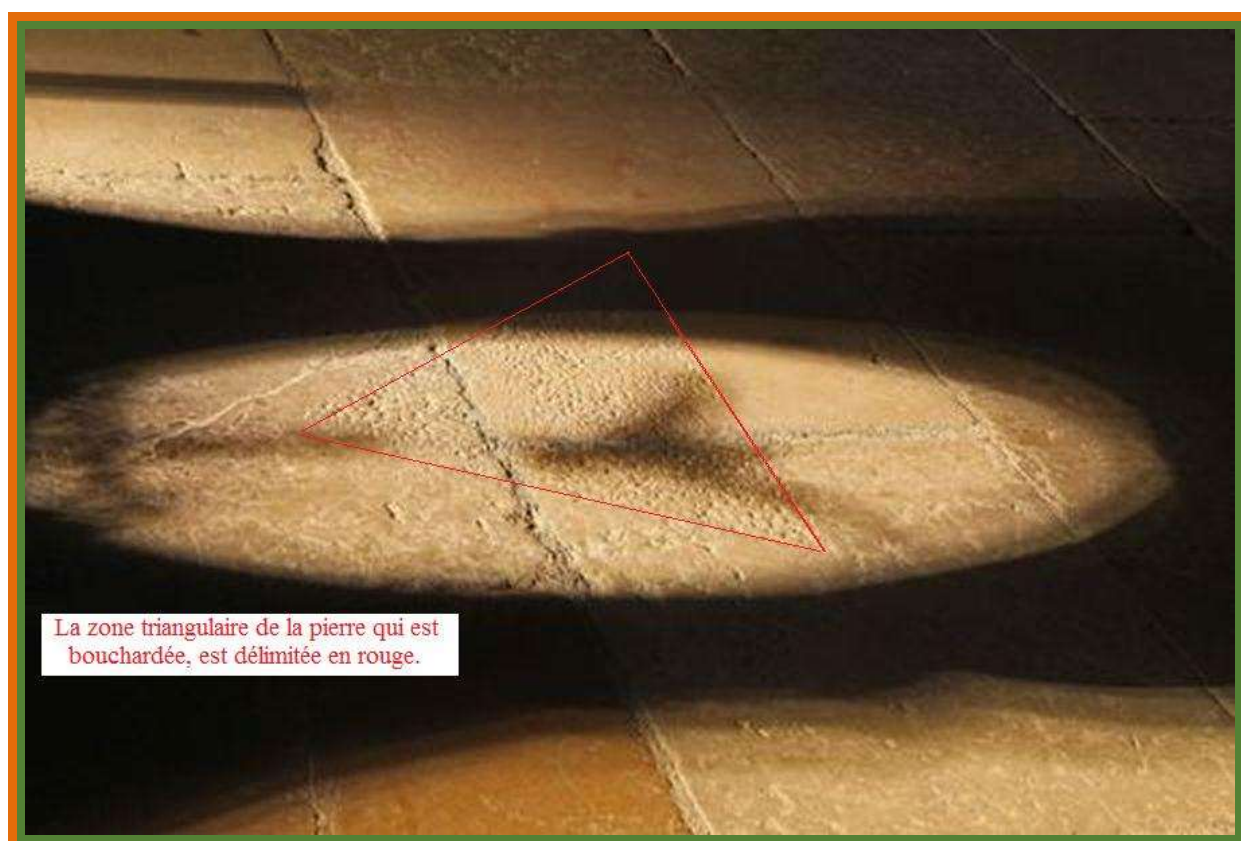
VOICI LES COUPLES <DECLINAISONS-HEURES> OU LA
CONDITION D'AZIMUT EST SATISFAITE:

..DECLIN..... ANG.HORAIRE.....HEURE.....

0.00	90.7048	18.03
0.25	90.4564	18.02
0.50	90.2080	18.01
0.75	89.9596	17.60
1.00	89.7111	17.59
1.25	89.4626	17.58
1.50	89.2139	17.57
1.75	88.9652	17.56
2.00	88.7164	17.55
2.25	88.4675	17.54
2.50	88.2185	17.53
2.75	87.9693	17.52
3.00	87.7200	17.51
3.25	87.4705	17.50
3.50	87.2208	17.49
3.75	86.9709	17.48
4.00	86.7208	17.47
4.25	86.4704	17.46
4.50	86.2199	17.45
4.75	85.9690	17.44
5.00	85.7179	17.43
5.25	85.4665	17.42
5.50	85.2148	17.41
5.75	84.9628	17.40
6.00	84.7104	17.39
6.25	84.4577	17.38
6.50	84.2047	17.37
6.75	83.9512	17.36
7.00	83.6974	17.35
7.25	83.4431	17.34
7.50	83.1885	17.33
7.75	82.9333	17.32
8.00	82.6778	17.31
8.25	82.4217	17.30
8.50	82.1652	17.29
8.75	81.9081	17.28
9.00	81.6505	17.27
9.25	81.3924	17.26

9.50	81.1338	17.25
9.75	80.8745	17.23
10.00	80.6147	17.22
10.25	80.3542	17.21
10.50	80.0931	17.20
10.75	79.8314	17.19
11.00	79.5690	17.18
11.25	79.3059	17.17
11.50	79.0421	17.16
11.75	78.7776	17.15
12.00	78.5124	17.14
12.25	78.2464	17.13
12.50	77.9796	17.12
12.75	77.7121	17.11
13.00	77.4437	17.10
13.25	77.1744	17.09
13.50	76.9043	17.08
13.75	76.6334	17.07
14.00	76.3615	17.05
14.25	76.0887	17.04
14.50	75.8150	17.03
14.75	75.5403	17.02
15.00	75.2646	17.01
15.25	74.9878	16.60
15.50	74.7101	16.59
15.75	74.4313	16.58
16.00	74.1514	16.57
16.25	73.8704	16.55
16.50	73.5883	16.54
16.75	73.3050	16.53
17.00	73.0204	16.52
17.25	72.7348	16.51
17.50	72.4478	16.50
17.75	72.1596	16.49
18.00	71.8701	16.47
18.25	71.5793	16.46
18.50	71.2871	16.45
18.75	70.9935	16.44
19.00	70.6986	16.43
19.25	70.4021	16.42
19.50	70.1042	16.40
19.75	69.8048	16.39
20.00	69.5039	16.38
20.25	69.2014	16.37

20.50	68.8972	16.36
20.75	68.5914	16.34
21.00	68.2840	16.33
21.25	67.9748	16.32
21.50	67.6639	16.31
21.75	67.3512	16.29
22.00	67.0366	16.28
22.25	66.7202	16.27
22.50	66.4019	16.26
22.75	66.0816	16.24
23.00	65.7592	16.23
23.25	65.4349	16.22
23.50	65.1085	16.20



TROISIEME PARTIE:MISE EN PARALLELE DES DEUX SERIES DE
COORDONNEES:

=====

LE PHENOMENE EST POSSIBLE DANS LES FENETRES DE
DECLINAISON OU SONT SATISFAITES LES DEUX CONDITIONS
DE HAUTEUR ET D'AZIMUT.

..DECL.....AH/h.....HEURE/h.....AH/Az.....HEURE/Az

0.00	57.12	15.48	90.70	18.03
0.25	57.42	15.50	90.46	18.02
0.50	57.72	15.51	90.21	18.01
0.75	58.01	15.52	89.96	17.60
1.00	58.31	15.53	89.71	17.59
1.25	58.61	15.54	89.46	17.58
1.50	58.91	15.56	89.21	17.57
1.75	59.21	15.57	88.97	17.56
2.00	59.50	15.58	88.72	17.55
2.25	59.80	15.59	88.47	17.54
2.50	60.10	16.00	88.22	17.53
2.75	60.39	16.02	87.97	17.52
3.00	60.69	16.03	87.72	17.51
3.25	60.98	16.04	87.47	17.50
3.50	61.28	16.05	87.22	17.49
3.75	61.57	16.06	86.97	17.48
4.00	61.86	16.07	86.72	17.47
4.25	62.16	16.09	86.47	17.46
4.50	62.45	16.10	86.22	17.45
4.75	62.74	16.11	85.97	17.44
5.00	63.03	16.12	85.72	17.43
5.25	63.32	16.13	85.47	17.42
5.50	63.61	16.14	85.22	17.41
5.75	63.90	16.16	84.97	17.40
6.00	64.19	16.17	84.72	17.39
6.25	64.48	16.18	84.47	17.38
6.50	64.77	16.19	84.22	17.37
6.75	65.06	16.20	83.97	17.36
7.00	65.35	16.21	83.71	17.35
7.25	65.63	16.23	83.46	17.34
7.50	65.92	16.24	83.21	17.33
7.75	66.20	16.25	82.96	17.32
8.00	66.49	16.26	82.70	17.31
8.25	66.77	16.27	82.45	17.30
8.50	67.06	16.28	82.20	17.29

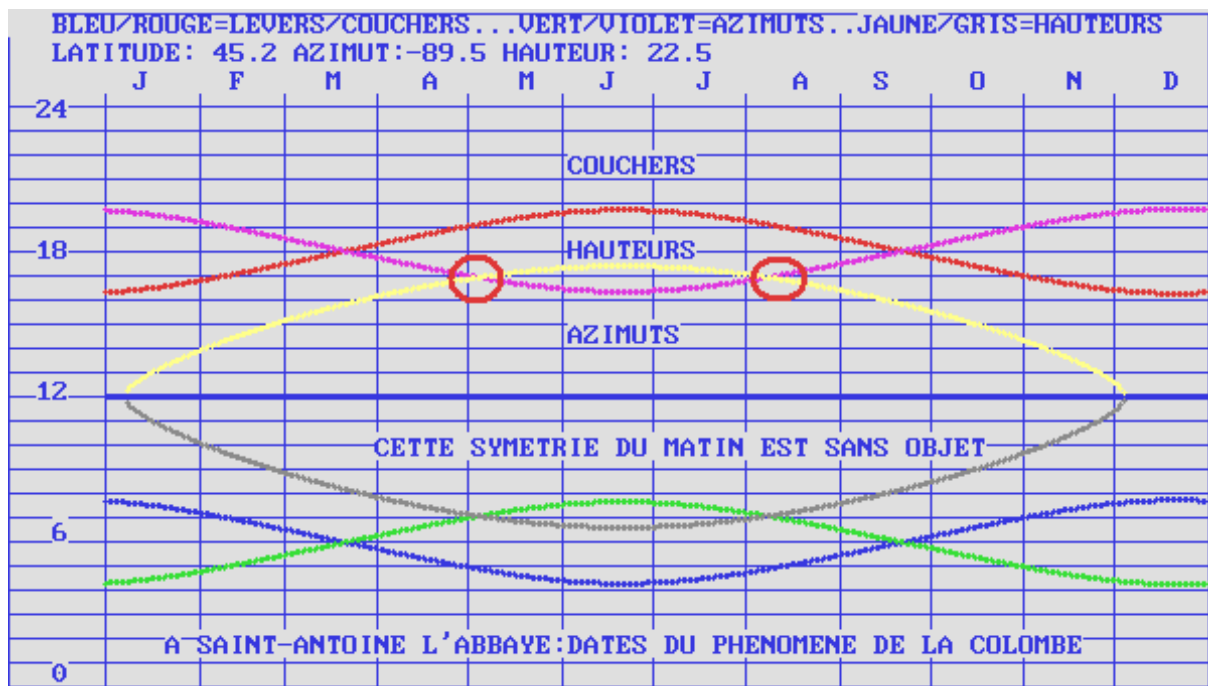
8.75	67.34	16.29	81.94	17.28	
9.00	67.62	16.30	81.69	17.27	
9.25	67.90	16.32	81.43	17.26	
9.50	68.18	16.33	81.18	17.25	
9.75	68.46	16.34	80.92	17.24	
10.00	68.74	16.35	80.67	17.23	
10.25	69.02	16.36	80.41	17.22	
10.50	69.30	16.37	80.15	17.21	
10.75	69.58	16.38	79.90	17.20	
11.00	69.85	16.39	79.64	17.19	
11.25	70.13	16.41	79.38	17.18	
11.50	70.40	16.42	79.12	17.16	
11.75	70.68	16.43	78.86	17.15	
12.00	70.95	16.44	78.60	17.14	
12.25	71.22	16.45	78.34	17.13	
12.50	71.49	16.46	78.08	17.12	
12.75	71.77	16.47	77.82	17.11	
13.00	72.04	16.48	77.56	17.10	
13.25	72.31	16.49	77.30	17.09	
13.50	72.57	16.50	77.04	17.08	
13.75	72.84	16.51	76.77	17.07	
14.00	73.11	16.52	76.51	17.06	
14.25	73.37	16.53	76.25	17.05	
14.50	73.64	16.55	75.98	17.04	
14.75	73.90	16.56	75.72	17.03	
15.00	74.17	16.57	75.45	17.02	
15.25	74.43	16.58	75.18	17.01	
15.50	74.69	16.59	74.92	16.60	*
15.75	74.95	16.60	74.65	16.59	*
16.00	75.21	17.01	74.38	16.58	
16.25	75.47	17.02	74.11	16.56	
16.50	75.73	17.03	73.84	16.55	
16.75	75.99	17.04	73.57	16.54	
17.00	76.24	17.05	73.30	16.53	
17.25	76.50	17.06	73.03	16.52	
17.50	76.75	17.07	72.76	16.51	
17.75	77.00	17.08	72.48	16.50	
18.00	77.26	17.09	72.21	16.49	
18.25	77.51	17.10	71.93	16.48	
18.50	77.76	17.11	71.66	16.47	
18.75	78.01	17.12	71.38	16.46	
19.00	78.26	17.13	71.10	16.44	
19.25	78.50	17.14	70.82	16.43	
19.50	78.75	17.15	70.55	16.42	

19.75	78.99	17.16	70.27	16.41
20.00	79.24	17.17	69.98	16.40
20.25	79.48	17.18	69.70	16.39
20.50	79.72	17.19	69.42	16.38
20.75	79.96	17.20	69.14	16.37
21.00	80.20	17.21	68.85	16.35
21.25	80.44	17.22	68.57	16.34
21.50	80.68	17.23	68.28	16.33
21.75	80.91	17.24	67.99	16.32
22.00	81.15	17.25	67.70	16.31
22.25	81.38	17.26	67.41	16.30
22.50	81.62	17.26	67.12	16.28
22.75	81.85	17.27	66.83	16.27
23.00	82.08	17.28	66.54	16.26
23.25	82.31	17.29	66.25	16.25
23.50	82.54	17.30	65.95	16.24

ON VOIT QUE LA PERIODE DE POSSIBILITE DU
PHENOMENE SE SITUE AUTOUR DES DECLINAISONS SOLAIRES
DE 15°,50 ET 15°,75 : LIGNES SURLIGNEES EN JAUNE.

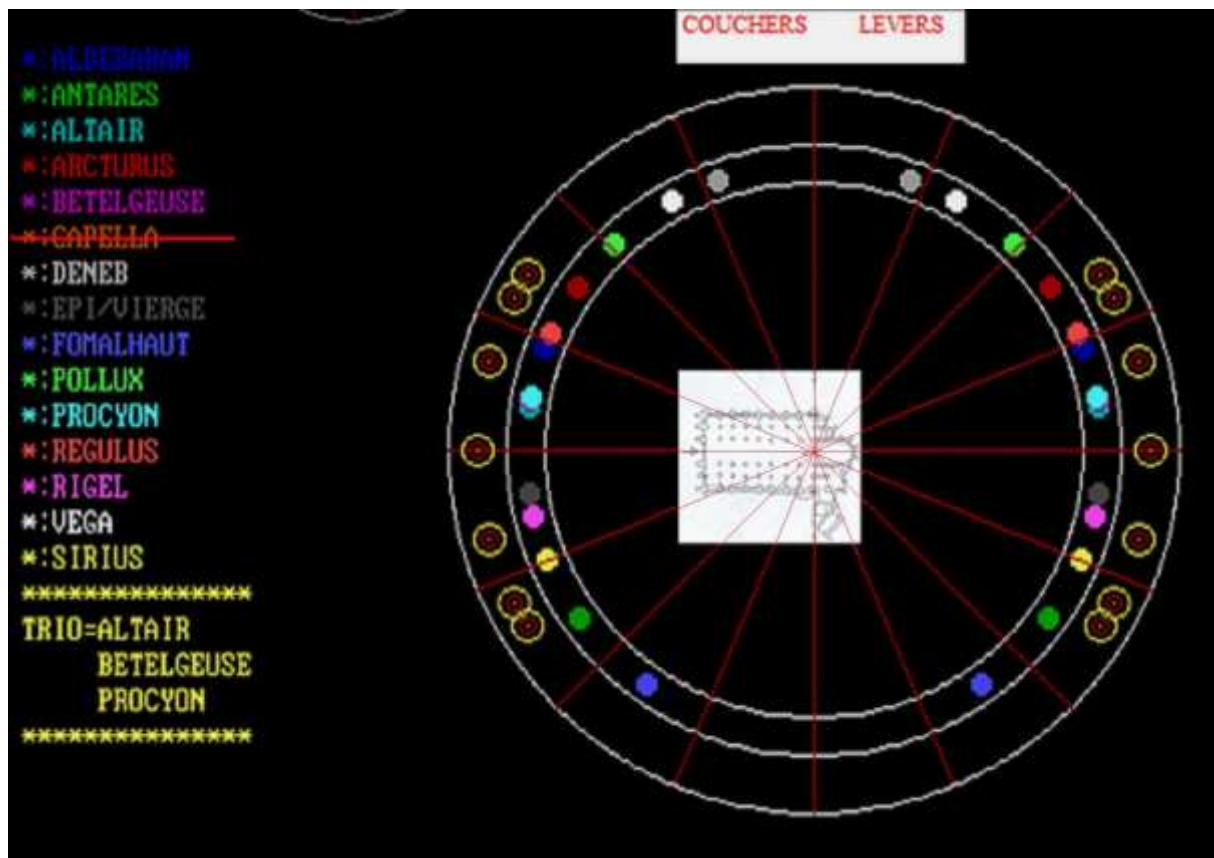
LA TRADITION QUI PLACE LE PHENOMENE AU JOUR DE LA
TRANSFIGURATION (6 AOUT) EST CONFORTEE:LE 6 AOUT LA
DECLINAISON VAUT ENVIRON 16°.

LA DATE SYMETRIQUE SE PLACE VERS LE 9 MAI
(APPARITION DE SAINT-MICHEL ?) .
HEURE DU PHENOMENE : 17 HEURES, TEMPS SOLAIRE VRAI.
FIN DU PROGRAMME <ANTOINE>.
LE 26 AOUT 1988.

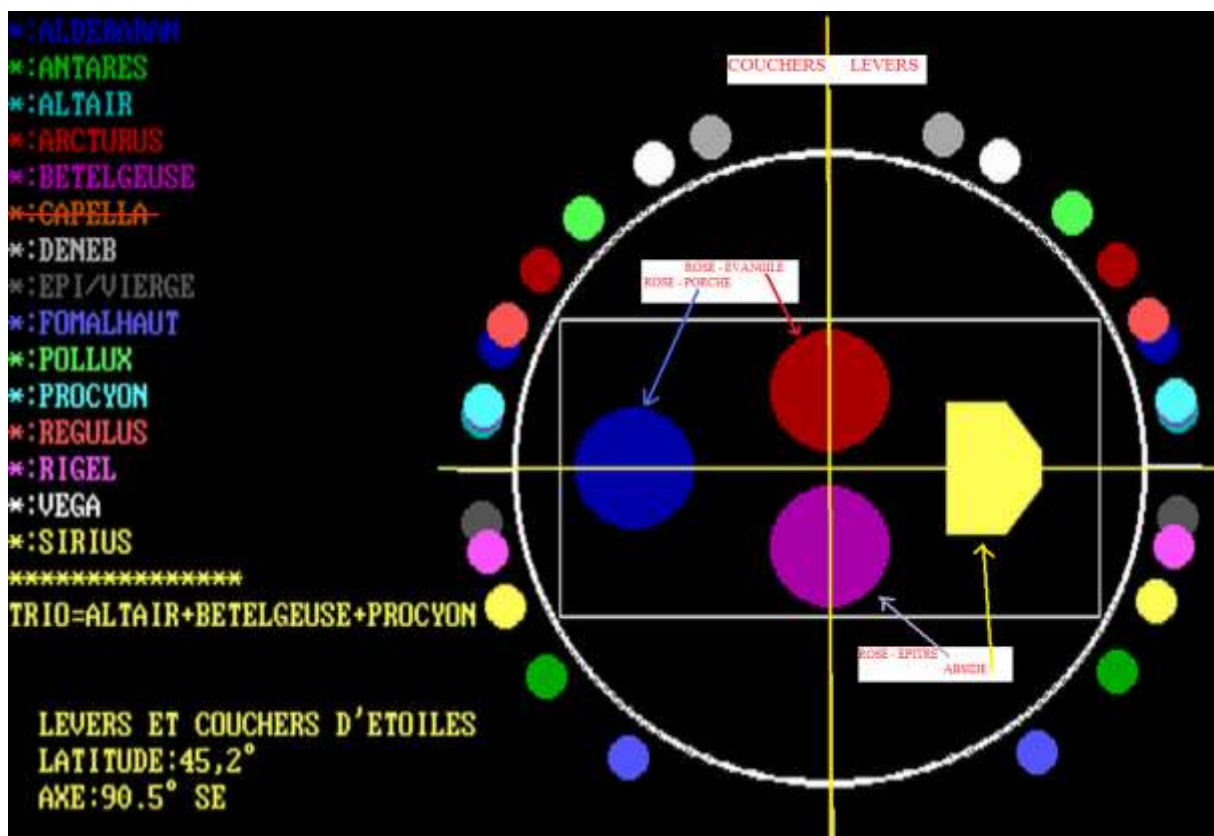


Ce graphique, ainsi que les tableaux qui le précèdent, est à considérer comme de la Gnomonique élémentaire. On n'a pas pris en compte :

- La réfraction atmosphérique (pour $h = 22.5^\circ$)
- La réfraction due au verre du vitrail
- La variation de l'obliquité de l'écliptique entre 1677 (création de l'autel) et nos jours
- L'éventuelle dérive entre l'axe de l'abbatiale et celui du rayon de Soleil qui frappe la colombe



Les étoiles sont placées selon leur azimuth-lever et leur azimuth-coucher. Capella est biffée car elle est circumpolaire.



Annexe octobre 2013

Lorsqu'il s'agit d'expliquer à des visiteurs, le phénomène du clou, de la colombe ou du chœur ensoleillé, le recours à des notions astronomiques est aisément compris. Dans ces trois cas, il suffit d'expliquer que le phénomène est instantané et fugace. Il est rendu possible seulement parce que le Soleil a, en un même instant sans durée, un azimut et une hauteur définis. C'est une question de compossibilité. Sitôt réalisé, sitôt caduc, mais, aussi, médian d'une vaste plage de « presque ... ».

Au contraire, expliquer le cadran à réflexion implique d'exposer les trois façons de découper le jour en 24 heures égales.

1°) l'instant inaugural de la première heure est minuit ou midi (heure à la française, *hora gallica*).

2°) l'instant inaugural de la première heure est le coucher du Soleil de la veille ou du jour présent (heure italique, *hora ab occasu*).

3°) l'instant inaugural de la première heure est le lever du Soleil, le jour présent (heure babylonique, *hora ab ortu*).

Les intersections de ces trois familles de lignes d'heures, soit italiques et babyloniennes, soit les trois systèmes ensemble, montrent, par leurs numérotations, plusieurs renseignements :

L'heure qu'il est

L'heure du lever et l'heure du coucher de Soleil

Le nombre d'heures écoulées depuis le lever du Soleil

Le nombre d'heures qui séparent du coucher de la veille ou du coucher du jour présent (numérotation de 1 à 23 ou de -23 à -1)

La durée du jour clair

La durée de la nuit

Pour essayer de visualiser ces données, nous joignons à notre étude déjà ancienne, deux grandes images :

1°) La photo de l'intersection, sur la droite des équinoxes, des trois familles d'heures lorsqu'il est 13 heures françaises.

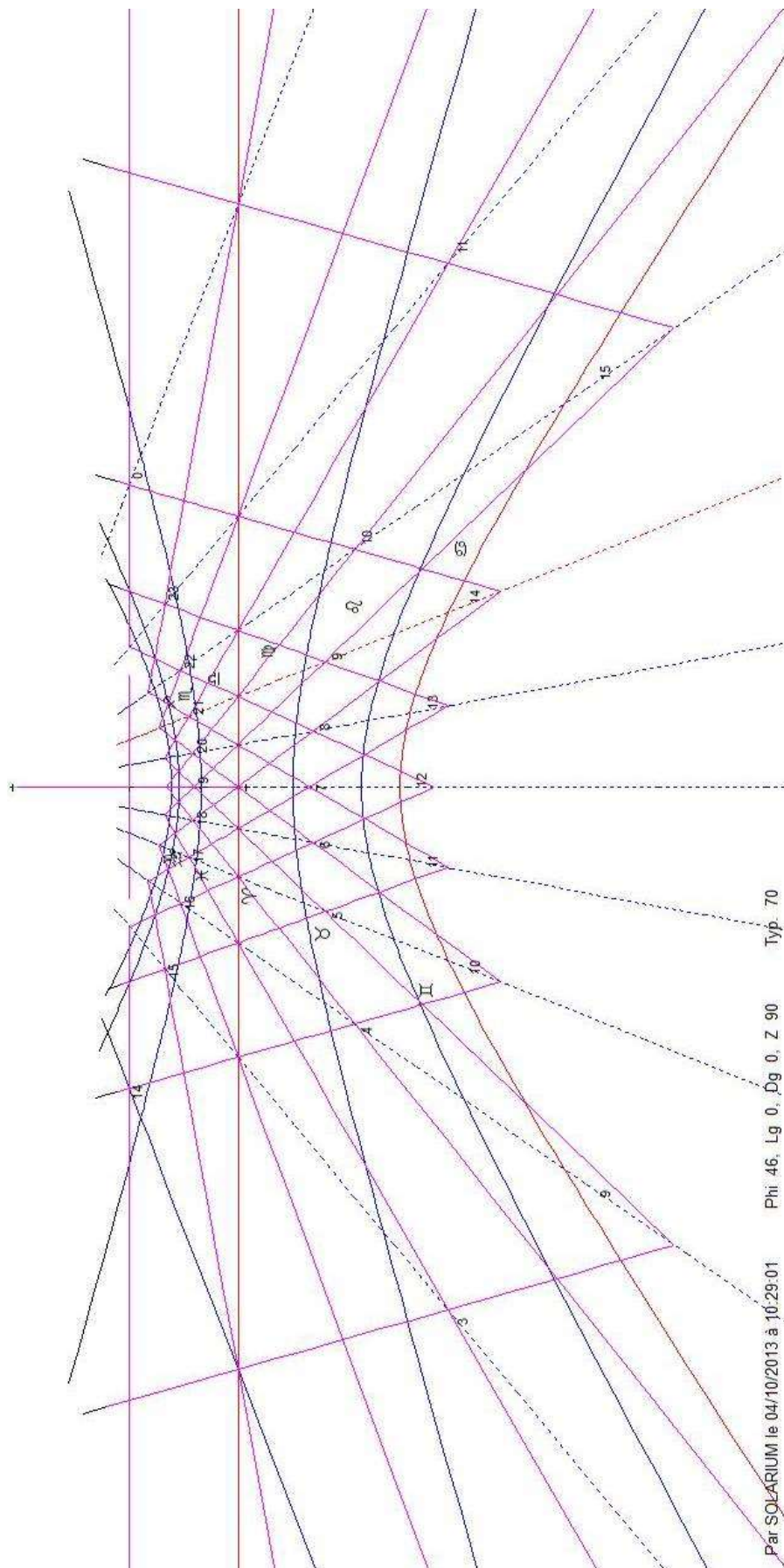
2°) Le dessin d'un cadran vertical méridional, à la latitude 46°, portant les trois systèmes horaires et les arcs de déclinaison (dates mensuelles aux 21 des mois = entrées du Soleil dans les signes du zodiaque). On y voit :

Les lignes d'heures à la française : 7 à 17 (les deux extrêmes non numérotées)

Les lignes d'heures italiques : 14 à 24/0 (les deux extrêmes non numérotées)

Les lignes d'heures babyloniennes : 3 à 11 (toutes numérotées)

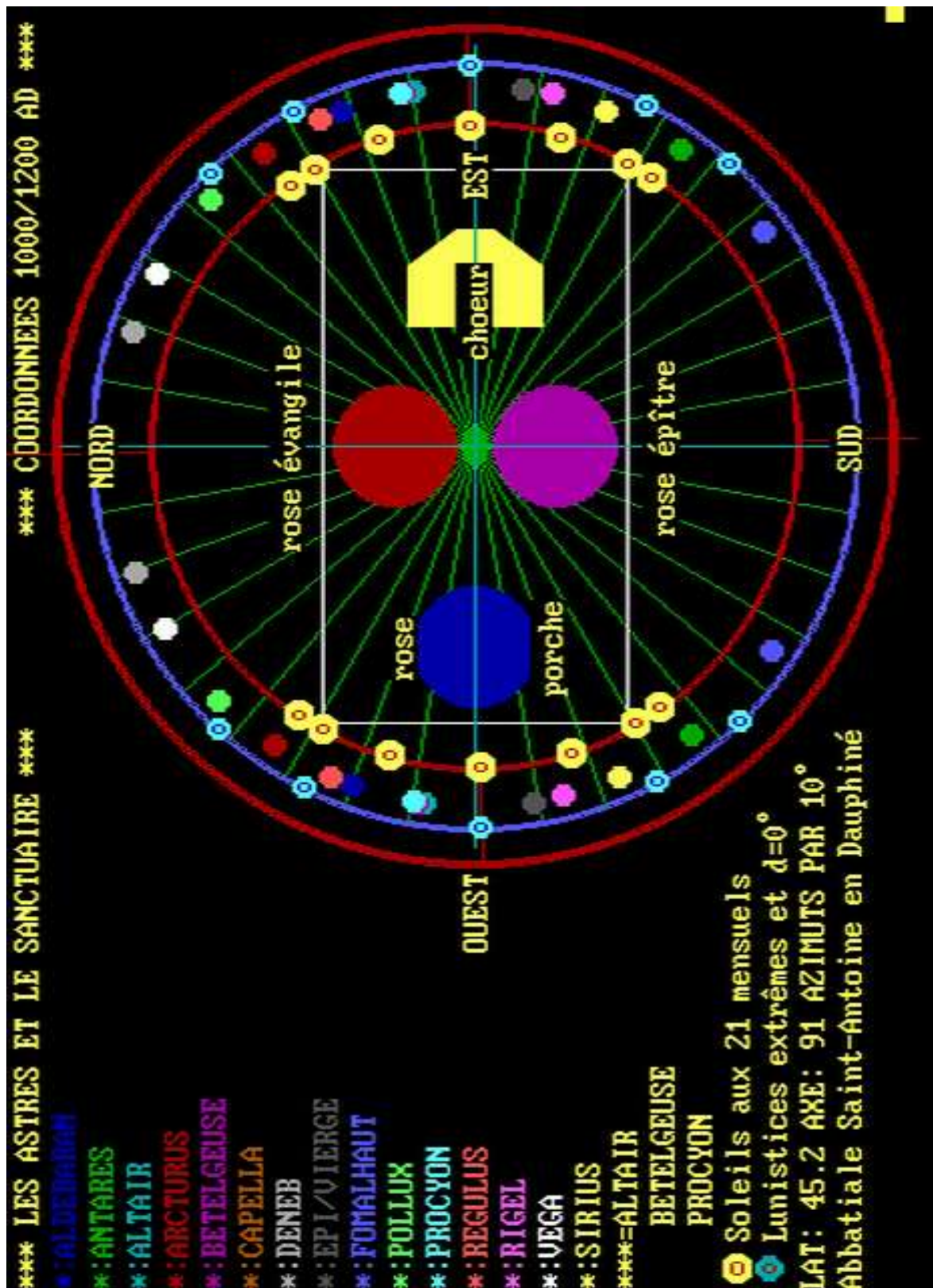
Remarque importante : les deux photos de la colombe ont été prises sur internet. Il serait donc impossible de les diffuser sans une mise en conformité préalable avec les règles de la Propriété intellectuelle.



Typ. 70

Phi 46, Lg 0, Dg 0, Z 90

Par SOLARIUM le 04/10/2013 à 10:29:01



Une méthode moderne pour estimer l'axe des sanctuaires, dans l'hypothèse où la ligne faîtière de la couverture se superpose bien exactement à l'axe de la nef et à l'axe du chœur (s'il est différent). L'axe « moyen », vert, est obtenu en joignant le milieu du porche au milieu du chœur.

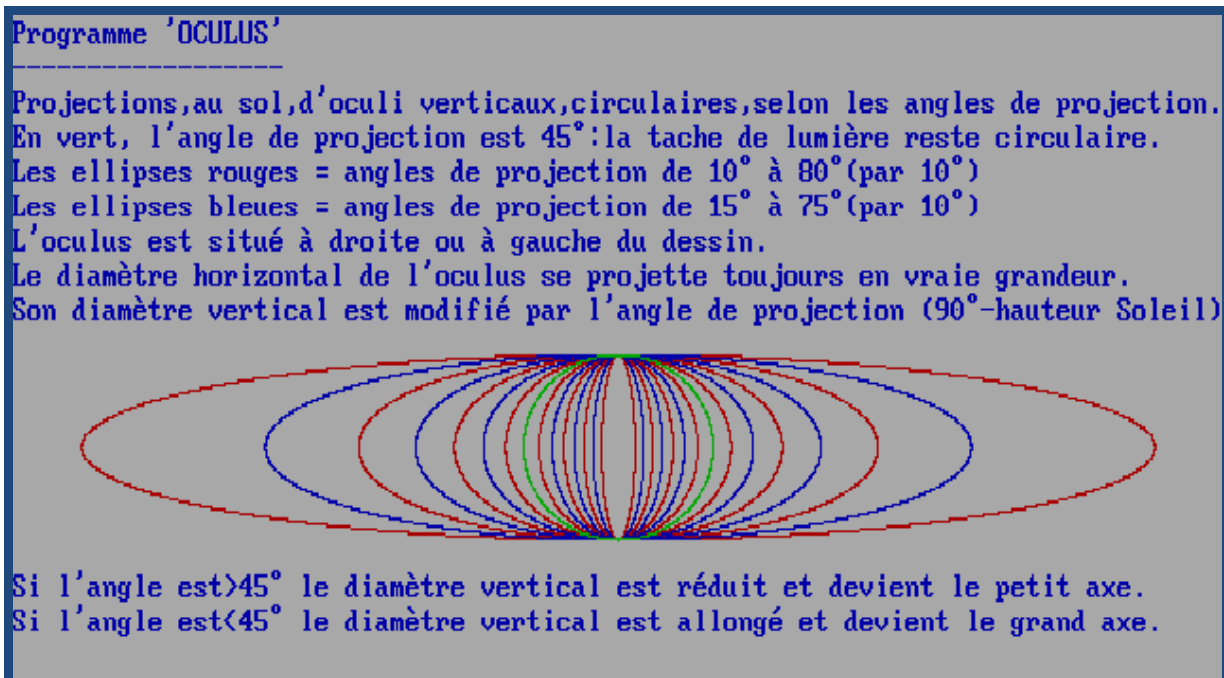


Sur le principe du clou de la Saint-Martin, il est possible de tracer toute la ligne méridienne et de la graduer par les dates des fêtes fixes (ne dépendant pas de Pâques). Voici le calcul des distances des « clous » par rapport à la verticale issue de l'oculus.

FETES DU CALENDRIER GREGORIEN	DECSOL	HSOL	90-HSOL	SPOT
25 DEC.NOEL	:-23.40	20.60	69.40	266.05
26 DEC.St ETIENNE	:-23.38	20.62	69.38	265.76
27 DEC.St JEAN APOTRE	:-23.35	20.65	69.35	265.34
28 DEC.SAINTS INNOCENTS	:-23.30	20.70	69.30	264.64
31 DEC.St SYLVESTRE	:-23.13	20.87	69.13	262.29
1 JAN.CIRCONCISION DE JESUS	:-23.03	20.97	69.03	260.92
6 JAN.EPIPHANIE DE JESUS	:-22.55	21.45	68.55	254.52
2 FEV.PURIFICATION/VIERGE (CHANDELEUR)	:-16.93	27.07	62.93	195.67
19 MAR.St JOSEPH	: -0.73	43.27	46.73	106.23
25 MAR.ANNONCIATION DE LA V.M.	: 1.63	45.63	44.37	97.82
24 JUI.St JEAN BAPTISTE	: 23.42	67.42	22.58	41.59
29 JUI.St PIERRE+St PAUL	: 23.25	67.25	22.75	41.93
2 JUL.VISITATION DE LA VIERGE MARIE	: 23.07	67.07	22.93	42.30
25 JUL.St JACQUES LE MAJEUR	: 19.75	63.75	26.25	49.31
6 AOU.TRANSFIGURATION DE N.S.J.C.	: 16.82	60.82	29.18	55.84
15 AOU.ASSOMPTION DE LA VIERGE MARIE	: 14.18	58.18	31.82	62.05
8 SEP.NATIVITE DE LA VIERGE MARIE	: 5.87	49.87	40.13	84.30
29 SEP.St MICHEL,Archange	: -2.23	41.77	48.23	111.96
1 NOV.FETE DE TOUS LES SAINTS	:-14.28	29.72	60.28	175.18
2 NOV.FETE DE TOUS LES TREPASSES	:-14.60	29.40	60.60	177.47
8 DEC.IMMACULEE CONCEPTION DE LA V.M.	:-22.67	21.33	68.67	256.09

Le programme "MISSEL" procure, sur une méridienne horizontale, les emplacements du spot de lumière lors des grandes fêtes fixes de l'Eglise catholique, en calendrier grégorien. Ici on a choisi la latitude 46° et une hauteur d'oculus égale à 100.

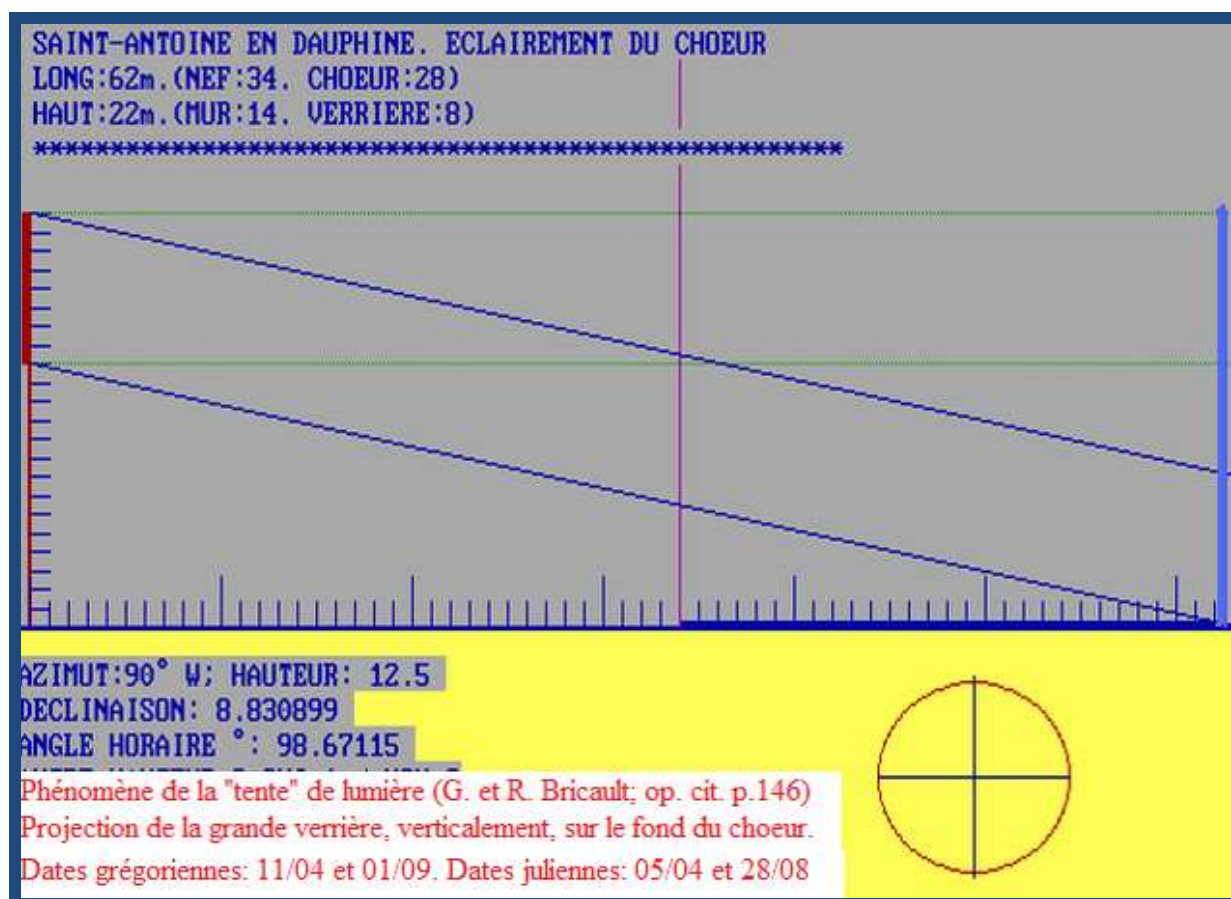
Il sera bon de tracer correctement la forme des clous, non pas des cercles (sauf si la hauteur du Soleil vaut 45°), mais des ellipses dont le grand axe variera selon cette hauteur, comme on le voit sur l'image ci-dessous.



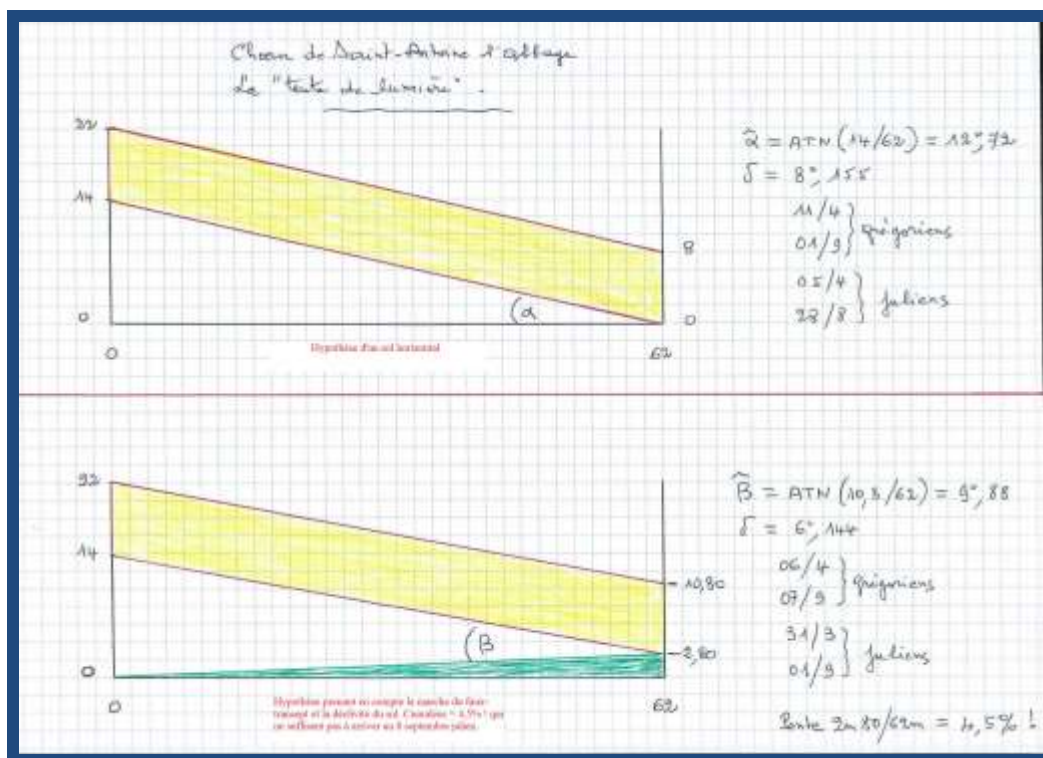
Dans leur ouvrage « St Antoine l'Abbaye », page 146, Gisèle et Robert Bricault présentent le phénomène de « la tente de lumière », projection, sur le plan vertical du fond du chœur, de la grande verrière ouest. Ils attribuent au phénomène la date du 8 septembre, jour où l'on célèbre la naissance de la Vierge Marie et, chez les Hébreux, la fête des Tentes (Soucot), mais qui est mobile par rapport au calendrier grégorien et dure sept jours.

Notre simulation donne au phénomène les dates du 11 avril et 1er septembre grégoriens, comme les plus précoces possibles, mais, comme le phénomène est produit par la structure même de l'abbatiale, il faudrait remonter ces dates en calendrier julien, en vigueur lors de la construction, donc les rétrograder de 6 jours, ce qui donne le 5 avril et le 28 août juliens.

Toutefois, avec des données peu fines, singulièrement en ce qui concerne la déclivité du sol de l'abbatiale, ces résultats doivent être pris avec prudence et ne prévalent pas contre la photographie de la page 146, prise un 8 septembre grégorien.



Un essai, cependant hardi, pour tenter de prendre en compte la différence de niveau entre le seuil de l'abbatiale et le fond du chœur, provoquée par les deux marches à l'entrée du faux-transept, ainsi que par la déclivité du sol, ne permet toujours pas d'arriver au 8 septembre julien. Pourtant il se fonde sur l'hypothèse d'une dénivellation totale de 4,5%, parfaitement irréaliste.



Valeurs affinées avec : latitude = $45^{\circ}10' = 45,167$

Azimut $91,2$ depuis Nord (horloge) ou $-88,8$ depuis le Sud (anti-horloge)

Hauteur	Déclinaison	Gregori_1	Gregorien_2	Julien_1	Julien_2
13°	$8^{\circ}345$	11 avril	1 septembre	5 avril	26 août
$12,5^{\circ}$	$7^{\circ}994$	10 avril	2 septembre	4 avril	27 août
12°	$7^{\circ}643$	9 avril	3 septembre	3 avril	28 août
$11,5^{\circ}$	$7^{\circ}291$	8 avril	4 septembre	2 avril	29 août
11°	$6^{\circ}939$	7 avril	5 septembre	1 avril	30 août
$10,5^{\circ}$	$6^{\circ}587$	6 avril	6 septembre	31 mars	31 août
10°	$6^{\circ}235$	5 avril	7 septembre	30 mars	1 septembre
$9,5^{\circ}$	$5^{\circ}882$	4 avril	8 septembre	29 mars	2 septembre
9°	$5^{\circ}529$	3 avril	9 septembre	28 mars	3 septembre
$8,5^{\circ}$	$5^{\circ}176$	2 avril	10 septembre	27 mars	4 septembre
8°	$4^{\circ}863$	2 avril	10 septembre	27 mars	5 septembre
$7,5^{\circ}$	$4^{\circ}469$	1 avril	11 septembre	26 mars	5 septembre
7°	$4^{\circ}116$	31 mars	12 septembre	25 mars	6 septembre
$6,5^{\circ}$	$3^{\circ}762$	30 mars	13 septembre	24 mars	7 septembre
6°	$3^{\circ}408$	29 mars	14 septembre	23 mars	8 septembre

La réponse pour le 8 septembre julien est impossible. L'abbatiale devrait mesurer 133 mètres ($14\text{m} * \tan(84^{\circ})$). Mais le bord inférieur de la projection peut aussi être, déjà, au dessus du sol du chœur, ou en avant du fond circulaire.

Annexe septembre 2014

L'escalier du clocher de Saint-Antoine l'Abbaye

Cette note a pour but de débroussailler ce que MM. Gay et Morat disent de l'escalier du clocher de Saint-Antoine l'Abbaye, aux pages 46 à 57 de la Revue de l'ANCAHA, N° 55 Été 1989. Les propos de ces auteurs sont en noir, nos commentaires en rouge.

1°) Première affirmation : deux révolutions d'escalier comptent 27 marches.

Donc une révolution compte 13.5 marches et, avec une vingtaine de centimètres de hauteur, chacune, mesurent une hauteur de 2.7 m entre une marche et celle dont l'envers la surplombe verticalement. En nous fondant sur les photographies insérées dans notre description précédente, cela semble acceptable.

2°) Les auteurs nous font monter 5 marches.

A partir de quel niveau ? Cela ne veut rien dire sauf si, comme nous le pensons, on fait l'hypothèse d'une coquille typographique et si on corrige à 50 marches, ce qui est la réalité.

3°) Cette ascension, quelle que soit sa mesure, nous fait placer les pieds sur une marche qui se trouve juste sous le milieu de l'appui de la fenestrelle N°1, SW.

On peut la numéroter 1 ou 51 ; nous prendrons 1.

4°) On monte 4 marches et on se pose sur une marche qui se trouve sous le milieu de l'appui de la fenestrelle N°2 SE.

Dans ce cas, comme ces deux fenestrelles regardent, l'une, l'azimut -45° SE et l'autre 45° SW, on a parcouru un arc de cercle de 90°, donc le cercle complet contient 16 marches. C'est déjà incompatible avec la première affirmation qui donne seulement 13.5 marches. Nous numérotions cette marche N°5 (4+1)

5°) Encore 5 marches et nous sommes à l'entrée du triforium.

Cette marche est donc numérotée 10. Nous n'allons pas dans le triforium.

6°) Les auteurs nous font retourner dans l'escalier et monter 10 marches et disent qu'alors nous sommes exactement en face de la fenestrelle N° 3 SW.

Affirmation insoutenable : nous serions alors sur la marche N° 20, ce qui veut dire que :

a) Deux révolutions mesurent 40 marches (ou, mieux, 39) et non plus 27

b) La hauteur entre une marche et celle dont l'envers la surplombe vaut 4 mètres.

Nous pensons qu'il faut neutraliser du décompte les 5 marches du §5. Alors nous sommes sur la marche 15 et non plus 20, ce qui revient dans le vraisemblable. Une révolution compte, au choix (!) 13.5 marches ou 16 marches ou 15 marches. Mais il n'est pas question de choisir ; il faut savoir.

Conclusion : il faut retourner à Saint-Antoine et numéroter les marches. Cela n'est pas futile car le nombre de marches, qui est le même que celui des envers des contremarches, donne la mesure de la déclinaison des cadrans verticaux. Dans la foulée on mesurera aussi, les hauteurs des murs sous les appuis des fenestrelles et au dessus d'elles, individuellement pour chacune des 4 fenestrelles.