



**HAL**  
open science

## Satellites de Saturne I à VIII : configurations et phénomènes pour 1998

J.-E. Arlot, Th. Derouazi, Ch. Ruatti, W. Thuillot

► **To cite this version:**

J.-E. Arlot, Th. Derouazi, Ch. Ruatti, W. Thuillot. Satellites de Saturne I à VIII : configurations et phénomènes pour 1998. [Rapport de recherche] Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides(IMCCE). 1997, 47 p., figures, tableaux. hal-01467524

**HAL Id: hal-01467524**

**<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01467524>**

Submitted on 14 Feb 2017

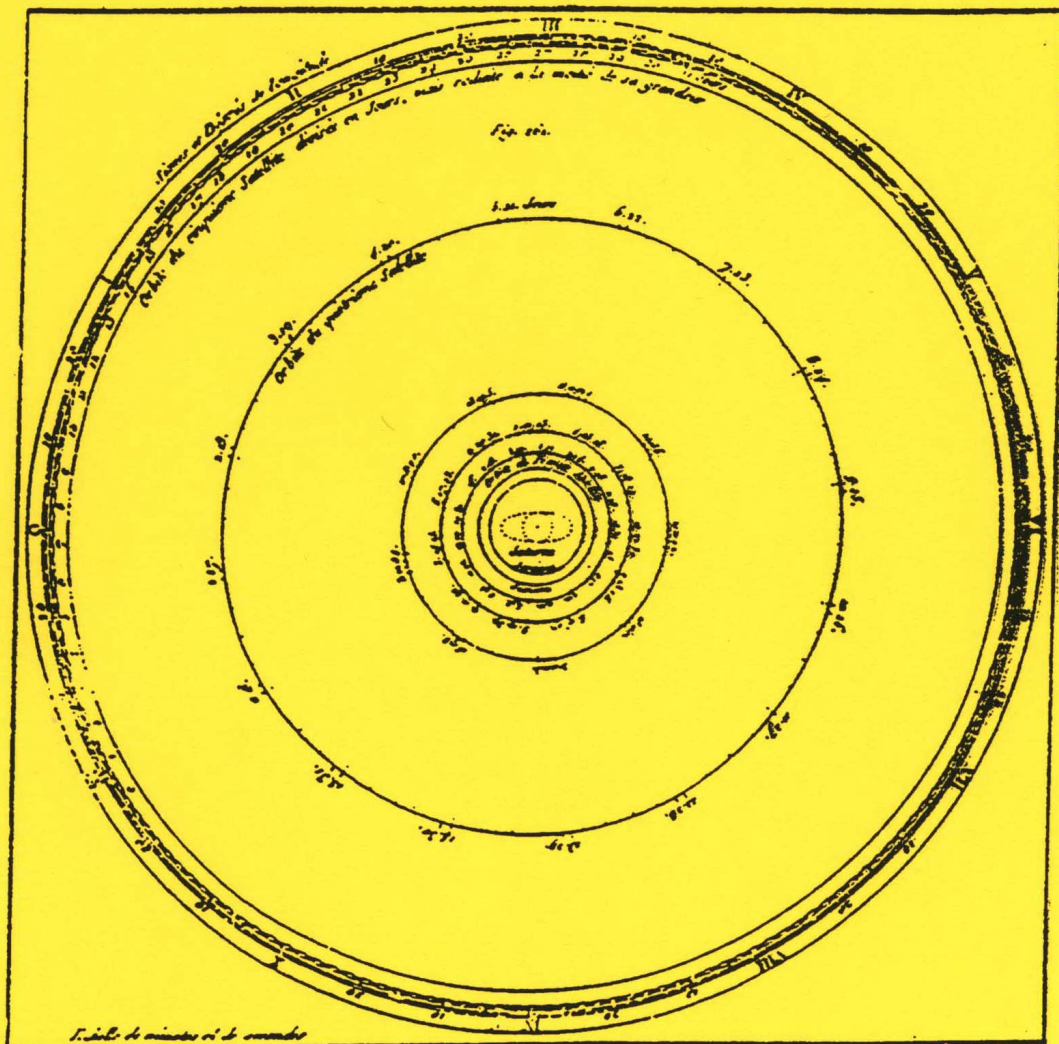
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# SATELLITES DE SATURNE

## I à VIII

### CONFIGURATIONS ET PHÉNOMÈNES POUR 1998



Supplément à la CONNAISSANCE DES TEMPS

à l'usage des observateurs

Bureau des longitudes, URA 707 DU CNRS

Paris, décembre 1997



**CONFIGURATIONS ET PHÉNOMÈNES  
DES HUIT PREMIERS SATELLITES DE SATURNE  
POUR 1998**

**CONFIGURATIONS AND PHENOMENA  
OF THE FIRST EIGHT SATELLITES OF SATURN  
FOR 1998**

Bureau des longitudes, 77 avenue Denfert-Rochereau, F-75014 PARIS.  
Supplément à la *Connaissance des Temps* à l'usage des observateurs.  
Rédaction et calculs : J.E. ARLLOT, Th. DEROUAZI, Ch. RUATTI, W. THUILLOT.  
Paris, décembre 1997

**LE SERVICE MINITEL  
DU BUREAU DES LONGITUDES**

**3616 code BDL**

Le *Service Minitel* du Bureau des Longitudes met à la disposition des professionnels et des amateurs les informations suivantes:

- les actualités astronomiques et le ciel du mois;
- les heures du lever et du coucher du Soleil et de la Lune, les azimuts et hauteurs du Soleil en n'importe quel lieu, de -4000 à 2500;
- les phases de la Lune et les dates des saisons de -4000 à 2500;
- les éclipses du Soleil et de la Lune pour six années;
- les positions apparentes géocentriques, les hauteurs et azimuts, les heures du lever et du coucher du Soleil, de la Lune et des planètes de 1900 à 2020;
- les coordonnées héliocentriques moyennes des planètes de 1900 à 2020 dans le repère de la date; les positions des satellites naturels, les phénomènes des satellites galiléens pour quatre ans, et les phénomènes des satellites de Saturne pour la période actuelle où ils existent;
- les définitions et les concordances des calendriers, les fêtes légales et religieuses, l'heure légale en France, les dates de changement d'heure et le calcul du jour de la semaine.

Il fournit également des informations ponctuelles comme les passages des comètes et des astéroïdes, les pluies d'étoiles filantes. . .

**Couverture** : “ Instrument pour trouver les configurations des satellites de Saturne ”, extrait de Lalande 1792, *Astronomie* tome 3.

---

ISSN 0769 – 1025

Dépôt légal : décembre 1997

**LES SERVEURS  
DU BUREAU DES LONGITUDES SUR INTERNET**

**<http://www.bdl.fr>    et    <ftp://ftp.bdl.fr>**

Le Bureau des longitude diffuse de nombreuses informations, périodiquement remises à jour, grâce à ses serveurs sur le réseau *Internet*. Outre des informations générales sur l'historique et les activités du Bureau des longitudes, on peut y trouver des données scientifiques concernant les objets du système solaire:

- éphémérides de planètes et de satellites, phénomènes;
- éléments orbitaux de comètes et d'astéroïdes;
- données sur les éclipses de Soleil;
- images astronomiques.

Un serveur WEB est accessible à l'adresse <http://www.bdl.fr>. Un serveur ftp anonyme est accessible à l'adresse: <ftp://ftp.bdl.fr>.

---

**THE INTERNET SERVERS  
OF BUREAU DES LONGITUDES**

**<http://www.bdl.fr>    and    <ftp://ftp.bdl.fr>**

Bureau des longitude publishes informations thanks to *Internet* servers. Besides general information concerning history and activities of Bureau des longitudes, one may access scientific data on:

- ephemerides of planets and satellites, phenomena;
- orbital elements of comets and asteroids;
- data on Solar eclipses;
- astronomical images.

The address of the WEB Server is: <http://www.bdl.fr>. One can also access an anonymous-ftp server at the address: <ftp://ftp.bdl.fr>.

## PUBLICATIONS DU BUREAU DES LONGITUDES

### **Publications éditées par Les Éditions de Physique,**

7 avenue du Hoggar, Z.I. de Courtabœuf, B.P. 112, F-91944 Les Ulis Cedex

*Connaissance des Temps 1998.*

*Introduction aux Éphémérides astronomiques. Supplément explicatif à la Connaissance des Temps.*

### **Publications éditées par Edinautic,**

13 rue du Vieux Colombier, F-75006 Paris

*Éphémérides nautiques 1998.*

### **Publications éditées par Dunod-Bordas,**

15 rue Gossin, F-92543 Montrouge Cedex

*Encyclopédie scientifique de l'univers.*

La physique (1981).

La Terre, les eaux, l'atmosphère (réédition, 1984).

Les étoiles, le système solaire (réédition, 1986).

La galaxie, l'univers extragalactique (réédition, 1988).

### **Publications éditées par Masson,**

La Maison du Livre Spécialisé, 120 Bd Saint-Germain, F-75006 Paris

*Annuaire du Bureau des longitudes. Éphémérides astronomiques 1998.*

*Cahiers des sciences de l'univers, publiés sous l'égide du Bureau des longitudes.*

1. Les profondeurs de la Terre par J.-P. Poirier.
2. Stratosphère et couche d'ozone par G. Mégie.
3. Chronique de l'espace temps – Du vide quantique à l'expansion cosmique par A. Mazure, G. Mathez, Y. Mellier.

### **Publications éditées par le Bureau des longitudes**

CNRS – Bureau des longitudes, Service des ventes, 77 avenue Denfert-Rochereau, F-75014 Paris

*Supplément à la Connaissance des Temps*

Éphémérides des satellites faibles de Jupiter (VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII et XIII)  
et de Saturne (IX) pour 1998.

Satellites galiléens de Jupiter. Phénomènes et configurations pour 1998.

Satellites de Saturne I à VIII. Configurations et phénomènes pour 1998.

*Le calendrier républicain* (réédition, 1995).

*Notes scientifiques et techniques du Bureau des longitudes.*

<b>Tables des matières</b>	<b>Page</b>	<i>Tables of contents</i>	<i>Page</i>
Avertissement .....	7	<i>Foreword .....</i>	<i>7</i>
Données sur les satellite de Saturne .....	9	<i>Data on the Saturnian satellites .....</i>	<i>9</i>
Usage des configurations .....	10	<i>The use of configurations .....</i>	<i>10</i>
Configurations .....	13	<i>Configurations .....</i>	<i>13</i>
Phénomènes .....	39	<i>Phenomena .....</i>	<i>39</i>





## Avertissement

Le Bureau des longitudes publie chaque année dans la *Connaissance des Temps*, les positions des planètes, du Soleil et de la Lune sous forme de coefficients de Tchébychev. Depuis 1996, cet ouvrage donne également les positions des satellites de Mars, des satellites galiléens de Jupiter, des huit premiers satellites de Saturne et des cinq satellites d'Uranus sous forme de fonctions mixtes dépendant directement du temps.

Des suppléments à la *Connaissance des Temps* sont publiés également et donnent:

— les positions des satellites faibles de Jupiter (VI, VII, VIII et IX) et de Phœbé (satellite IX de Saturne) sous forme de coefficients de Tchébychev;

— les configurations et les phénomènes des satellites galiléens de Jupiter.

Le présent supplément donne les configurations des huit premiers satellites de Saturne dans le but, principalement, d'aider les observateurs à identifier ces satellites. La précision de lecture des courbes permet une précision de positionnement de l'ordre de 10 à 15 secondes de degré (").

Il donne également les dates des phénomènes (éclipses, occultations, passages devant la planète et passages d'ombres). Ces phénomènes se produisent tous les quinze ans.

## Foreword

*The Bureau des longitudes publishes each year in the *Connaissance des Temps*, the positions of the planets, the Sun and the Moon as Chebychev polynomials. Starting 1996, this ephemeris gives also the positions of the satellites of Mars, of the Galilean satellites of Jupiter, of the first eight satellites of Saturn and of the five satellites of Uranus as mixed functions depending directly on the time.*

*Several supplements to the *Connaissance des Temps* are also published and give:*

*— the positions of the faint satellites of Jupiter (VI, VII, VIII and IX), of Phoebe (satellite IX of Saturn) as Chebychev polynomials;*

*— the configurations and the phenomena of the Galilean satellites of Jupiter.*

*The present supplement gives the configurations of the first eight satellites of Saturn in order to help the observers to identify those satellites. The precision of the curves allows an accuracy in the position of about 10 to 15 seconds of degree (").*

*Besides these informations the present booklet gives the dates of phenomena (eclipses, occultations, transit in front of Saturn, transit of shadows). These phenomena occur every fifteen years.*

J.-E. ARLOT  
Directeur du Bureau des Longitudes  
URA 707 du CNRS



## DONNÉES SUR LES SATELLITES DE SATURNE

NOM	masse	rayons	période rotation sidérale	albédo géomé- métrique	magnitude visuelle	période orbitale	élon- gation max.	a	e	I sur l'équat.	
unité →	masse de Saturne	km	jour			jour	" "	10 <sup>3</sup> km		degré	
I	Mimas	$8.00 \times 10^{-8}$	209 × 196 × 191	(S)	0.77	12.9	0.942 422	30	185.54	0.019 1	1.56
II	Encelade	$1.3 \times 10^{-7}$	256 × 247 × 245	(S)	1.04	11.7	1.370 218	38	238.20	0.004 9	0.03
III	Téthys	$1.2 \times 10^{-6}$	536 × 528 × 526	(S)	0.8	10.3	1.887 803	48	294.992	0	1.10
IV	Dioné	$1.85 \times 10^{-6}$	560	(S)	0.55	10.4	2.736 916	1 01	377.654	0.002 2	0.01
V	Rhéa	$4.06 \times 10^{-6}$	764	(S)	0.65	9.7	4.517 503	1 25	527.367	0.000 3 <sup>(6)</sup>	0.35
VI	Titan	$2.3670 \times 10^{-4}$	2 575	(S)	0.21	8.3	15.945 446	3 17	1 221.803	0.029 1	0.30
VII	Hypérion	$3 \times 10^{-8}$	180 × 140 × 112		0.19/0.25	14.2	21.276 673	3 59	1 481.1	0.103 5	0.64
VIII	Japet	$2.79 \times 10^{-6}$	718	(S)	0.5/0.07	10.2/11.9	79.330 954	9 34	3 561.85	0.028 3	18.5 <sup>(1)</sup>
IX	Phœbé	$7 \times 10^{-10}$	115 × 110 × 105	0.4	0.06	16.5	(R)546.6	34 51	12 893.24	0.175 6	173.7 <sup>(1)</sup>
X	Janus <sup>(5)</sup>		97 × 95 × 77	(S)	0.4	14	0.694 66	324	151.47	0.007	0.14
XI	Epiméthée <sup>(5)</sup>		69 × 55 × 55	(S)	0.4	15	0.694 32	24	151.42	0.009	0.34
XII	Hélène <sup>(2)</sup>		16		0.5	17	2.739 1	1 01	378.06	0.005	0.15
XIII	Télesto <sup>(3)</sup>		15 × 12 × 7		0.6	18	1.887 8	48	294.66		
XIV	Calypso <sup>(3)</sup>		15 × 8 × 8		0.8	18.5	1.887 8	48	294.66		
XV	Atlas		18 × 17 × 13		0.4	18	0.601 9	22	137.67	0.002	0.3
XVI	Prométhée <sup>(4)</sup>		74 × 50 × 34		0.6	15	0.612 99	23	139.35	0.002	0
XVII	Pandore <sup>(4)</sup>		55 × 44 × 31		0.6	15.5	0.628 5	23	141.70	0.004	0
XVIII	Pan		10				0.575	21	133.6		
Anneaux D			67 <sup>(7)</sup>								
Anneaux C	$1.7 \times 10^{-9}$		74.5/92.06 <sup>(7)</sup>			0.24/0.33				0	0
Anneaux B	$4.2 \times 10^{-8}$		92.06/117.50 <sup>(7)</sup>			0.33/0.48				0.0006	
Anneaux A	$1.1 \times 10^{-8}$		122.20/136.77 <sup>(7)</sup>			0.50/0.60					
Anneaux F			140.2 <sup>(7)</sup>				0.618			0.003	
Anneaux G			169 <sup>(7)</sup>								
Anneaux E			180/480 <sup>(7)</sup>								

(S) : révolution synchrone

(R) : révolution rétrograde

(1) : inclinaison par rapport à l'écliptique.

Les éphémérides de Phœbé sont données sous la forme de coefficients de Tchébychev dans le " *Supplément à la Connaissance des Temps: Satellites faibles...* "

(2) : Hélène : même orbite que Dioné

(3) : Télesto et Calypso : même orbite que Téthys

(4) : satellites coorbitaux " gardiens " de l'anneau F

(5) : Janus et Epiméthée : même orbite

(6) : excentricité propre. L'excentricité forcée due à Titan est de 0.0010

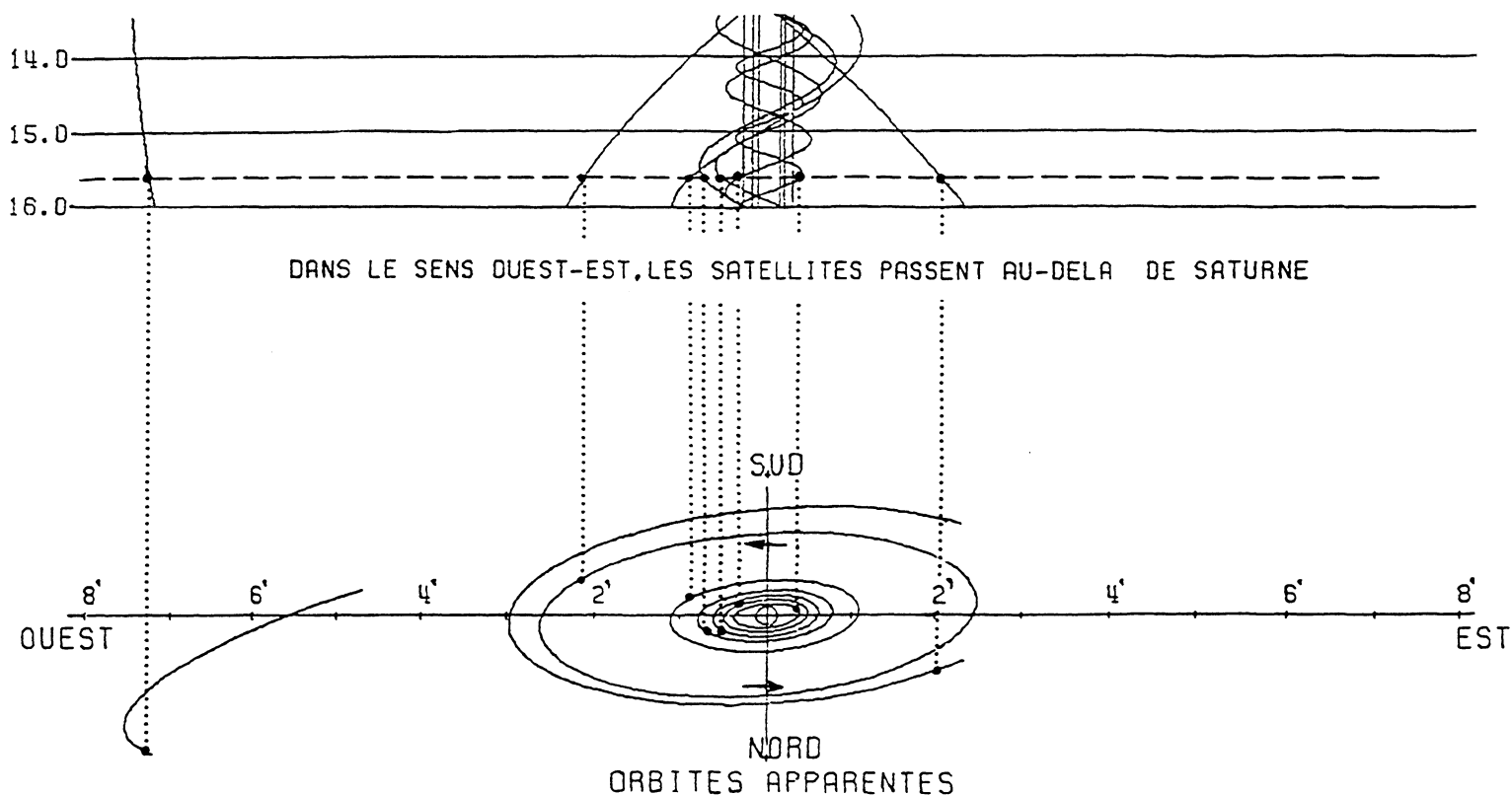
(7) : en milliers de km

## USAGE DES CONFIGURATIONS

Les configurations permettent d'identifier les satellites et de déterminer leur position en coordonnées tangentielles équatoriales relatives à Saturne avec la précision suivante (pour une lecture des courbes à 0,5 millimètre près) :

I	: 2 à 10"	V	: 2 à 3"
II	: 2 à 8"	VI	: 2 à 3"
III	: 2 à 6"	VII	: 2 à 3"
IV	: 2 à 4"	VIII	: 2 à 3"

L'exemple suivant montre comment procéder :



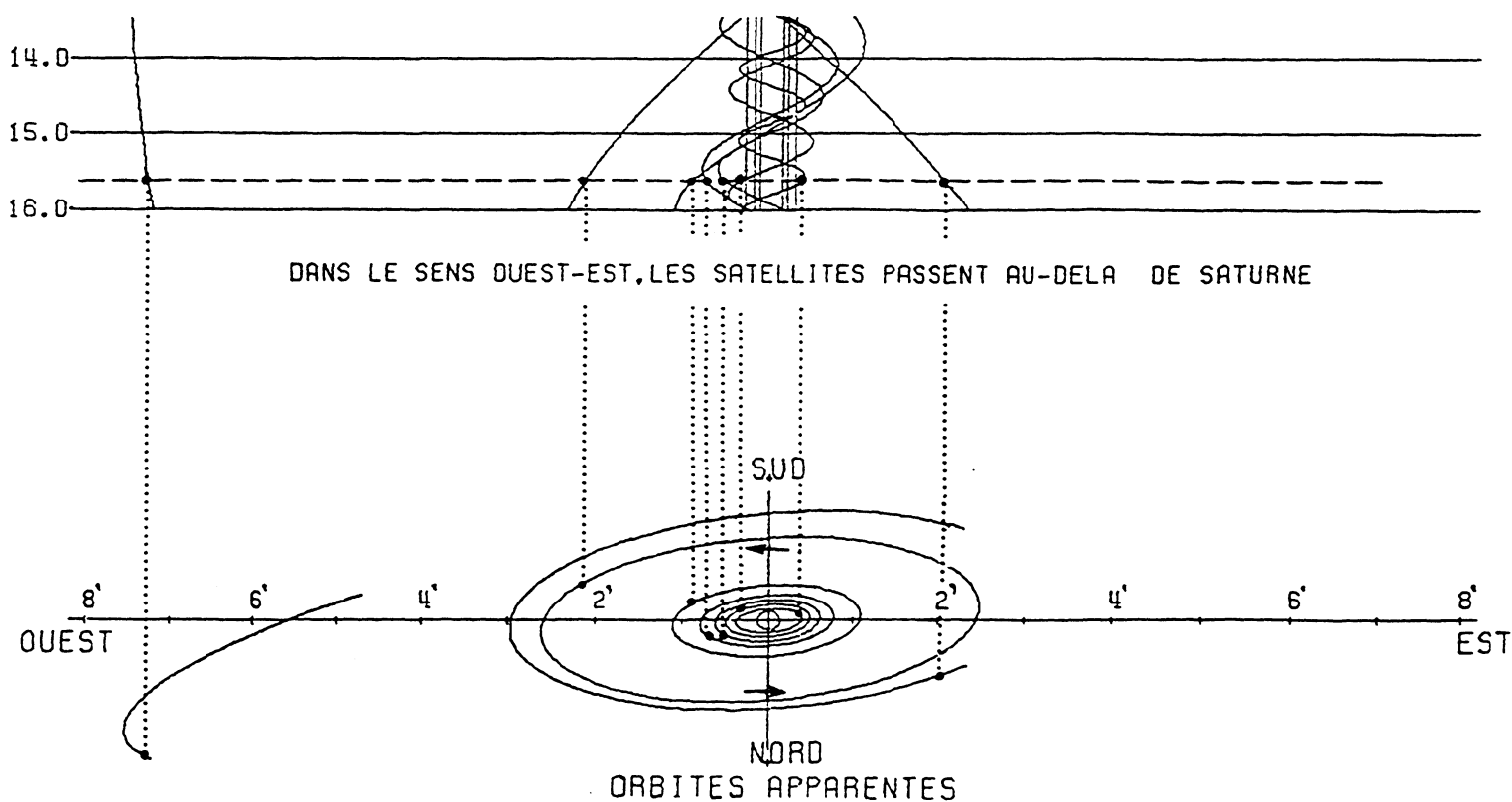
On reporte en abscisse sur l'axe ouest-est les distances  $\Delta \alpha \cos \delta$  mesurées, pour la date voulue, sur les courbes. L'ordonnée est donnée par les orbites apparentes. L'indétermination avant/arrière est levée grâce au sens de rotation des satellites.

## THE USE OF CONFIGURATIONS

The configurations allow the identification of the satellites and the determination of their position in tangential equatorial coordinates referred to the planet Saturn with the precision as follow (for a lecture on the curves with an accuracy of 0.5 millimeter) :

I	: 2 to 10"	V	: 2 to 3"
II	: 2 to 8"	VI	: 2 to 3"
III	: 2 to 6"	VII	: 2 to 3"
IV	: 2 to 4"	VIII	: 2 to 3"

This example shows how to proceed :



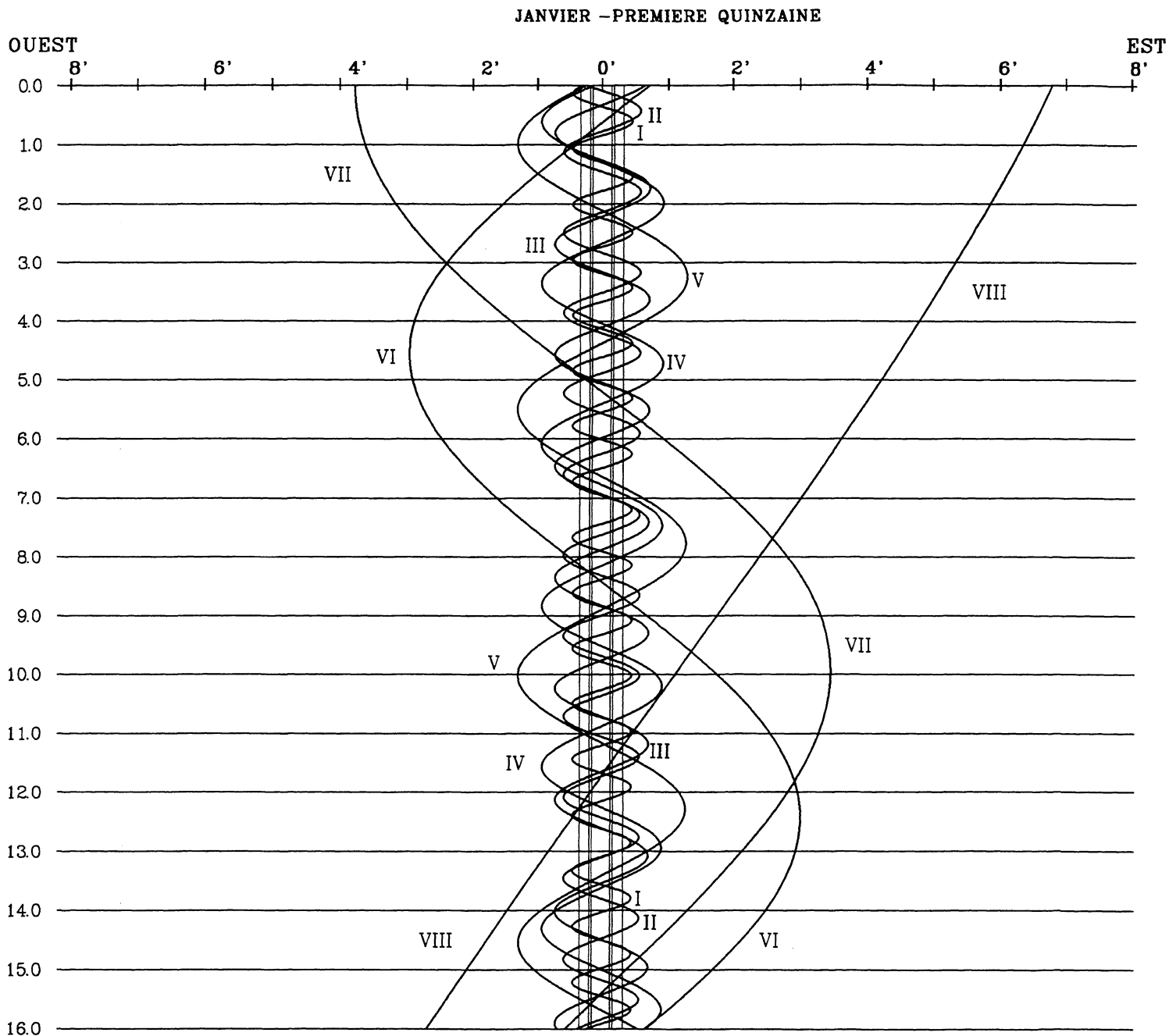
The distances  $\Delta\alpha \cos \delta$ , measured on the curves for the choosen date, are plotted in abscissa on west-east axis. The ordinate is given by the apparent orbits. The direction of the rotation indicates if the satellite is before or behind the planet on its orbit.



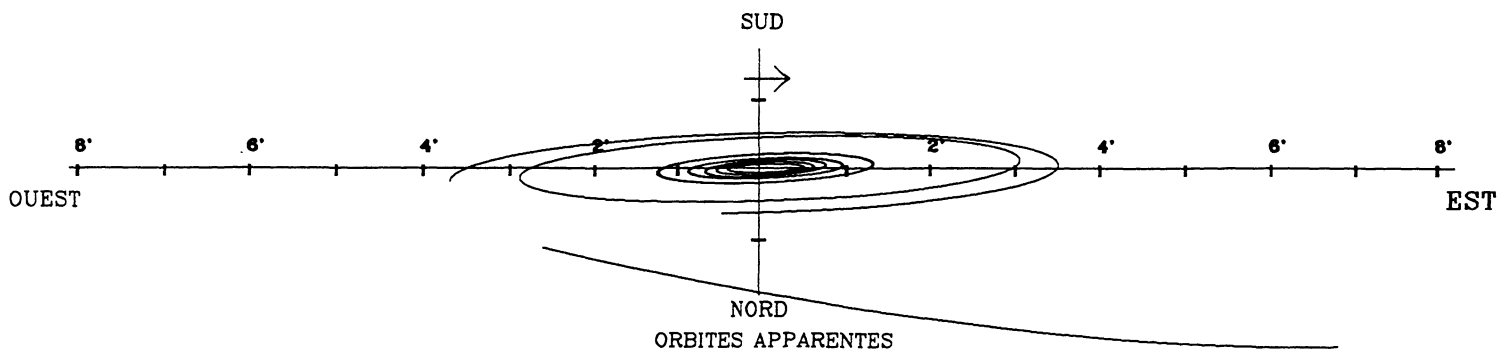
## **CONFIGURATIONS**

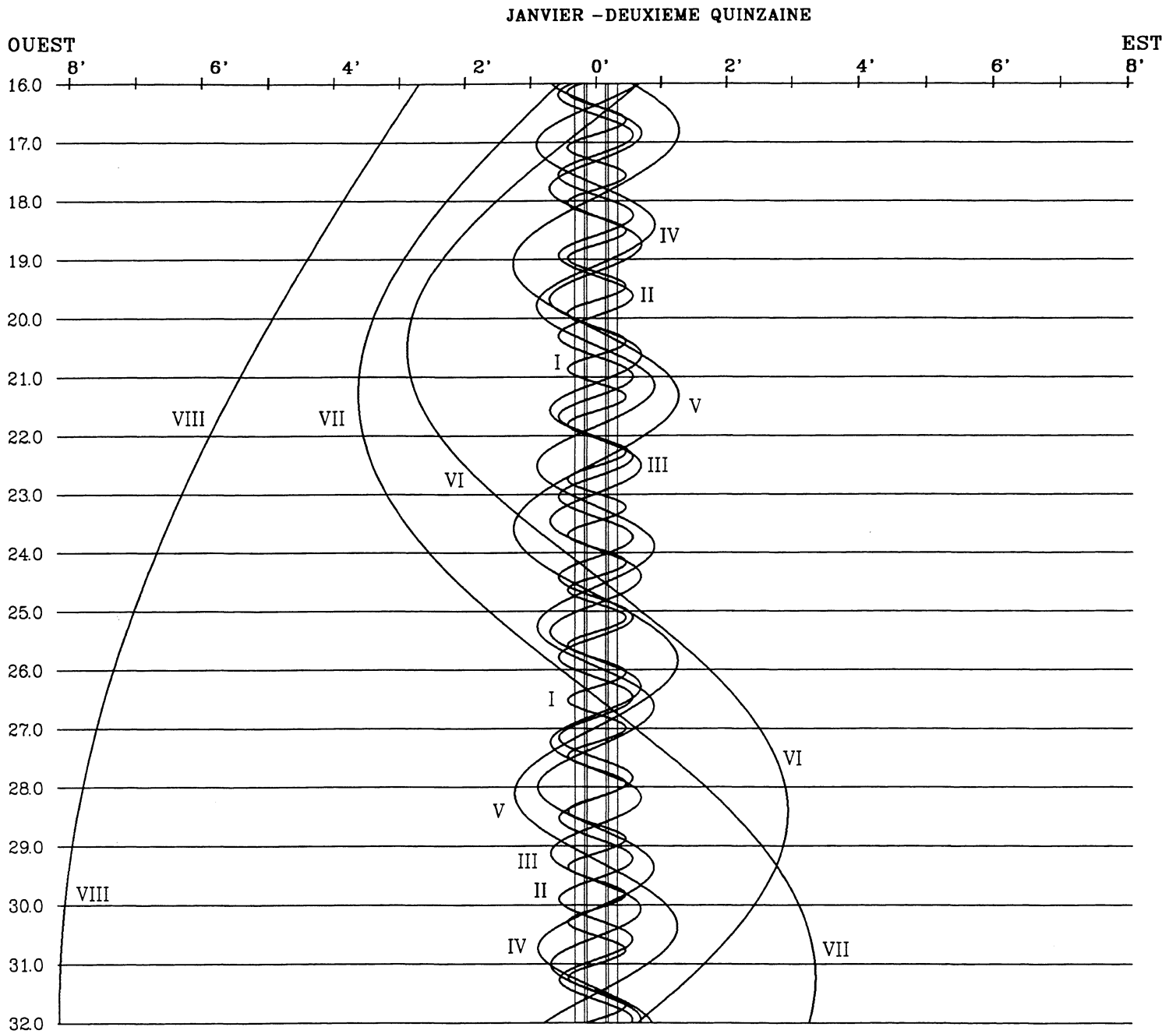


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

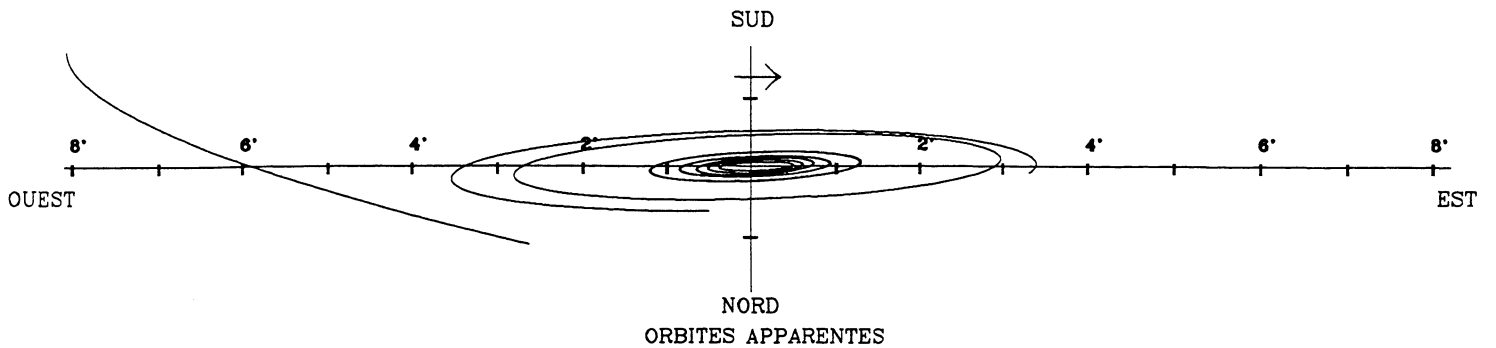


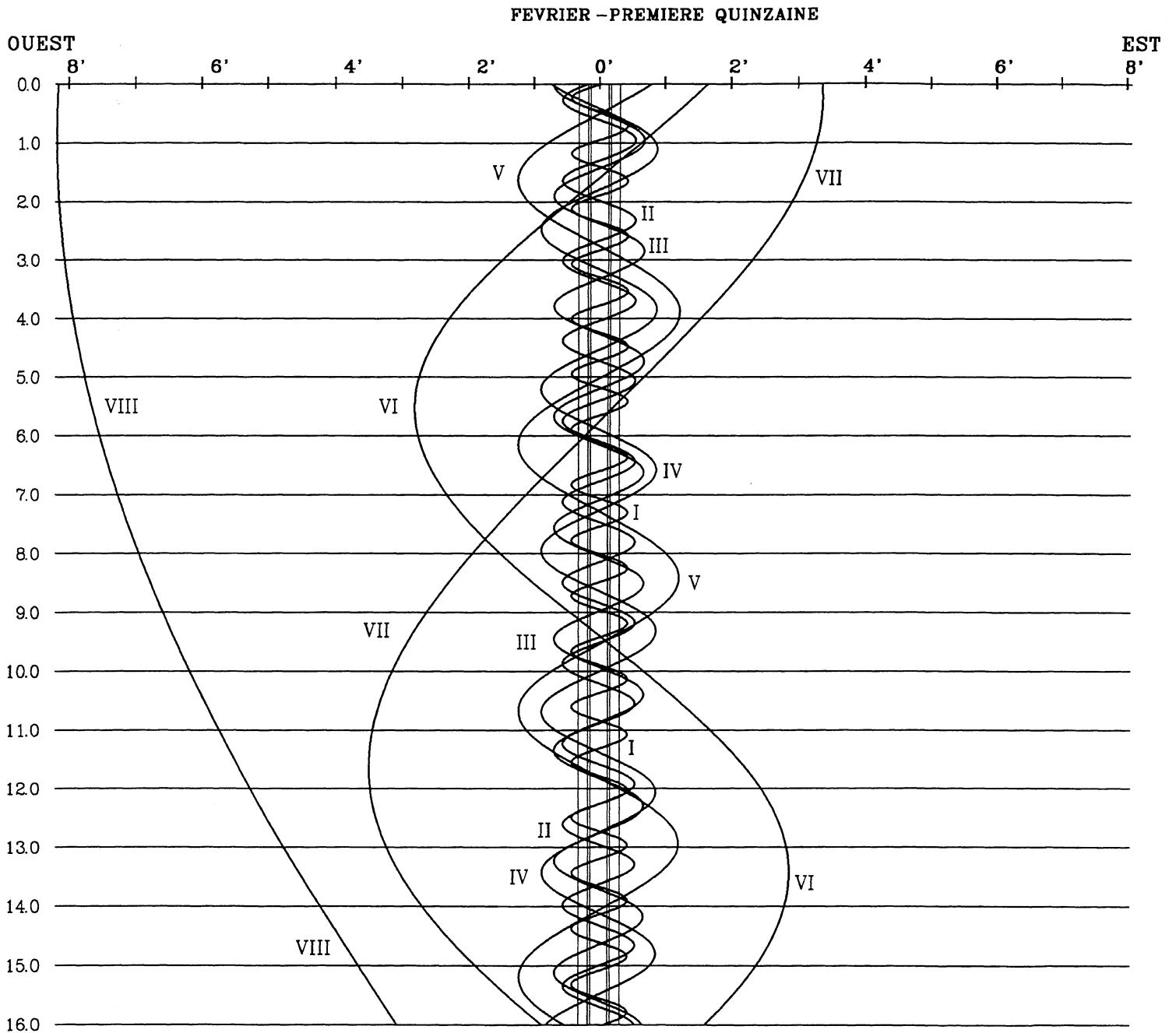
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



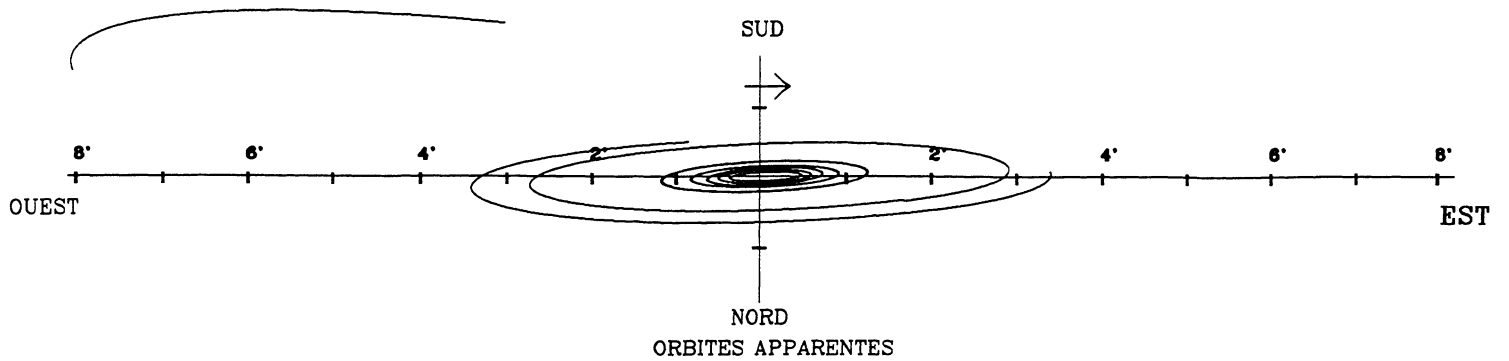


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

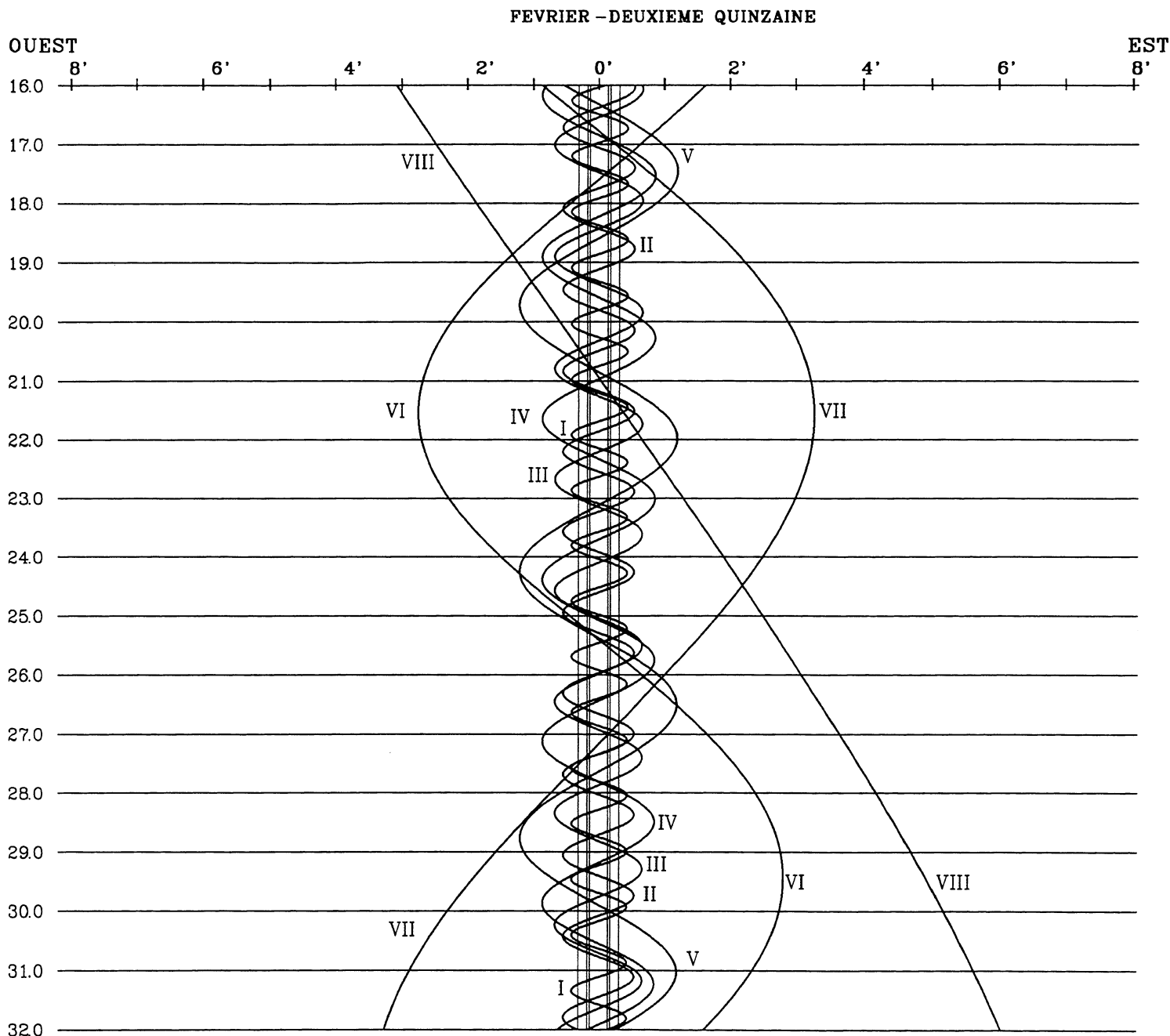




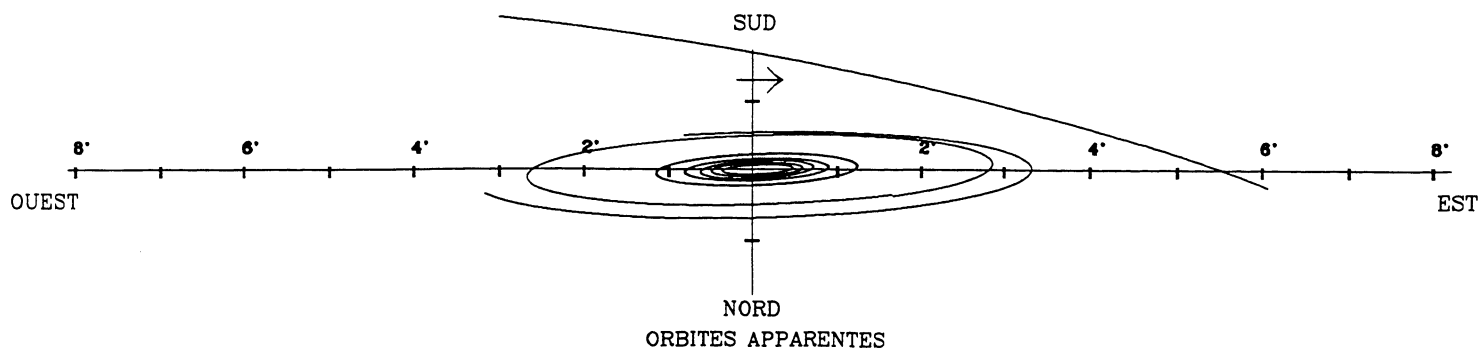
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



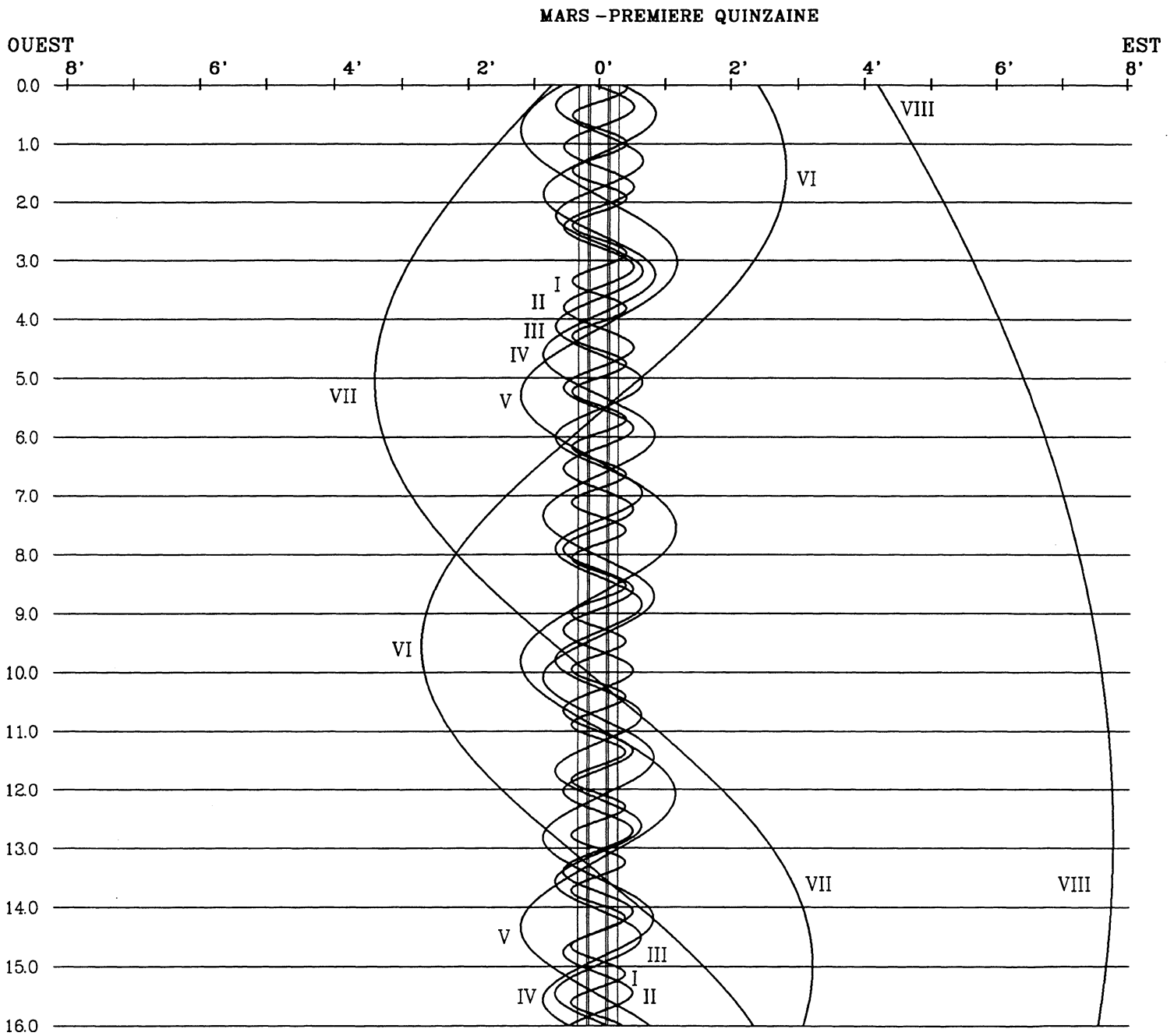
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



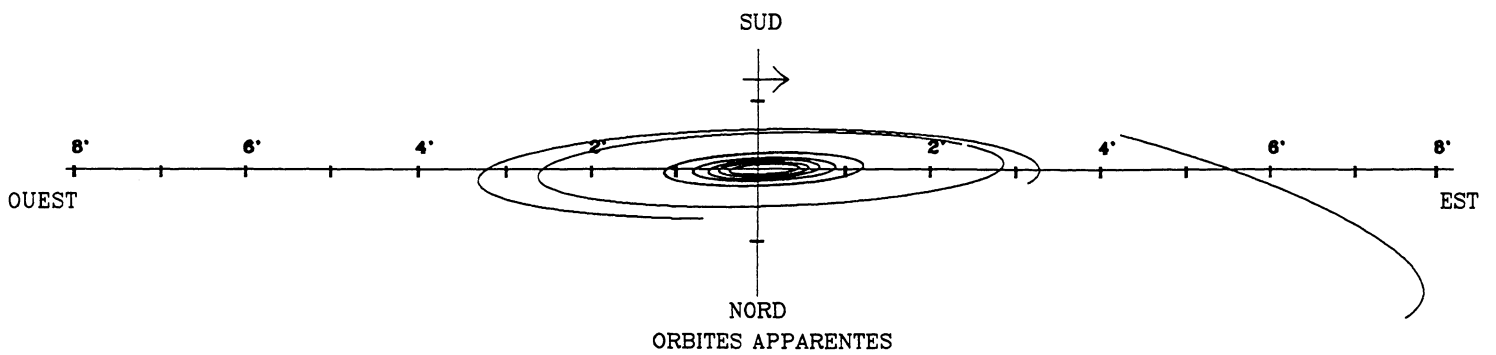
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



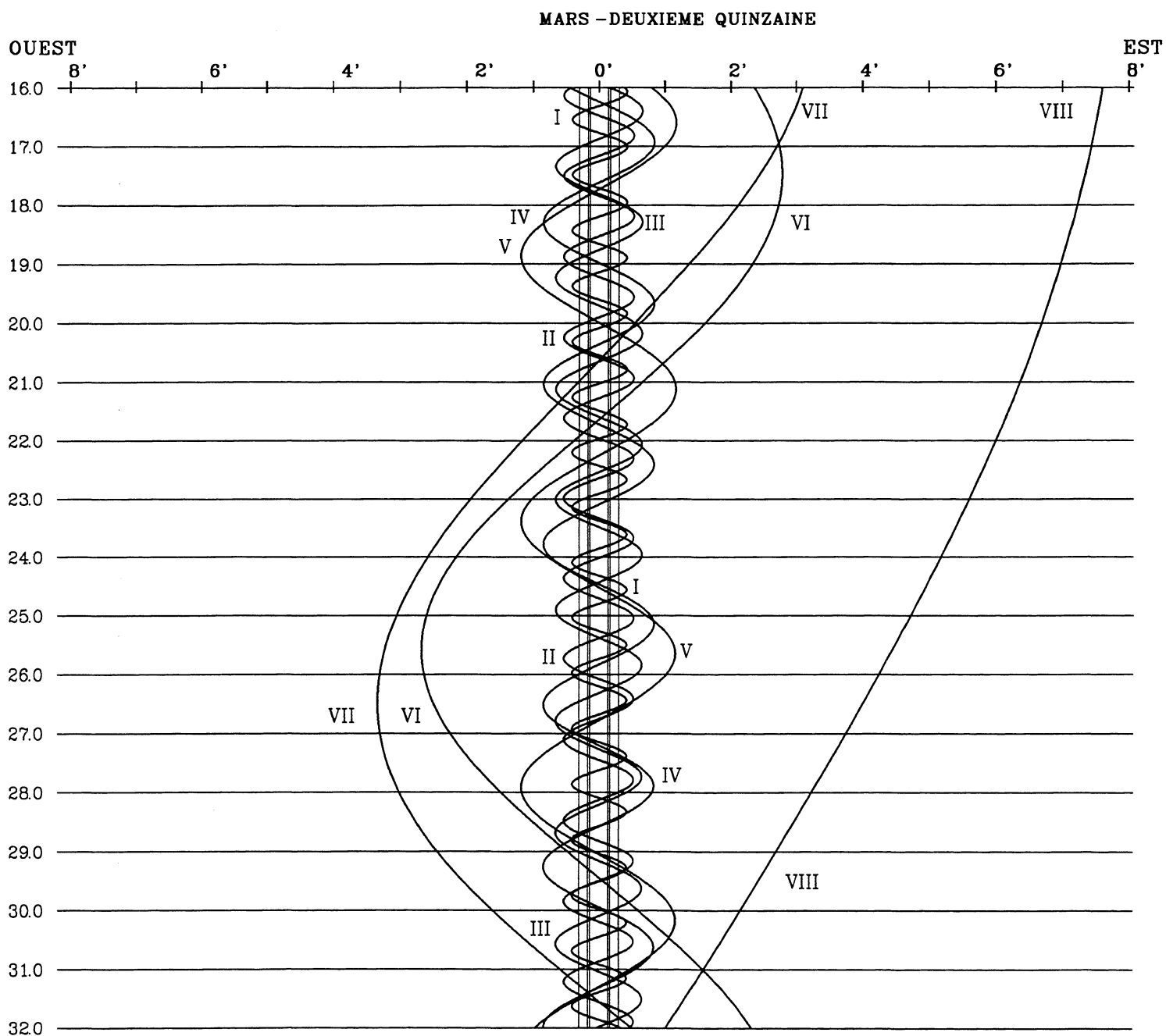
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



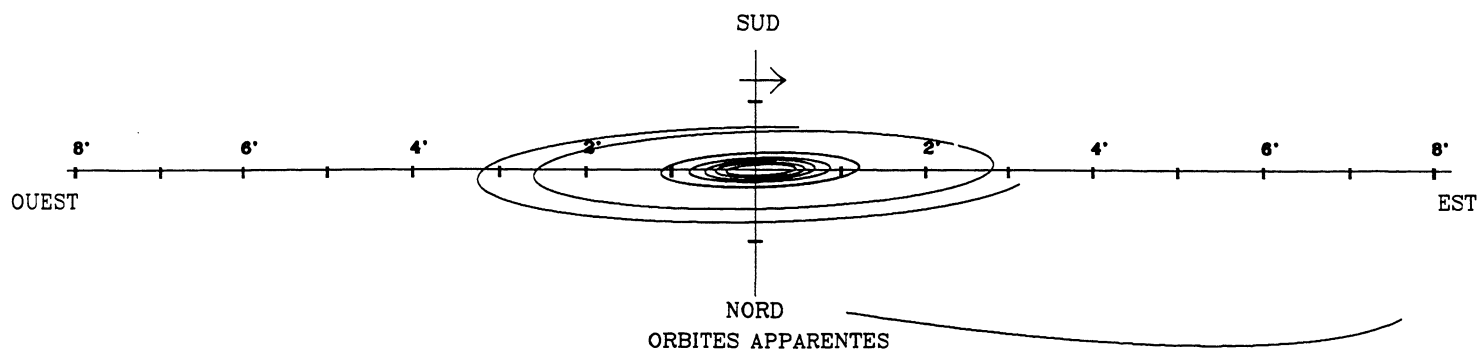
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



## 1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

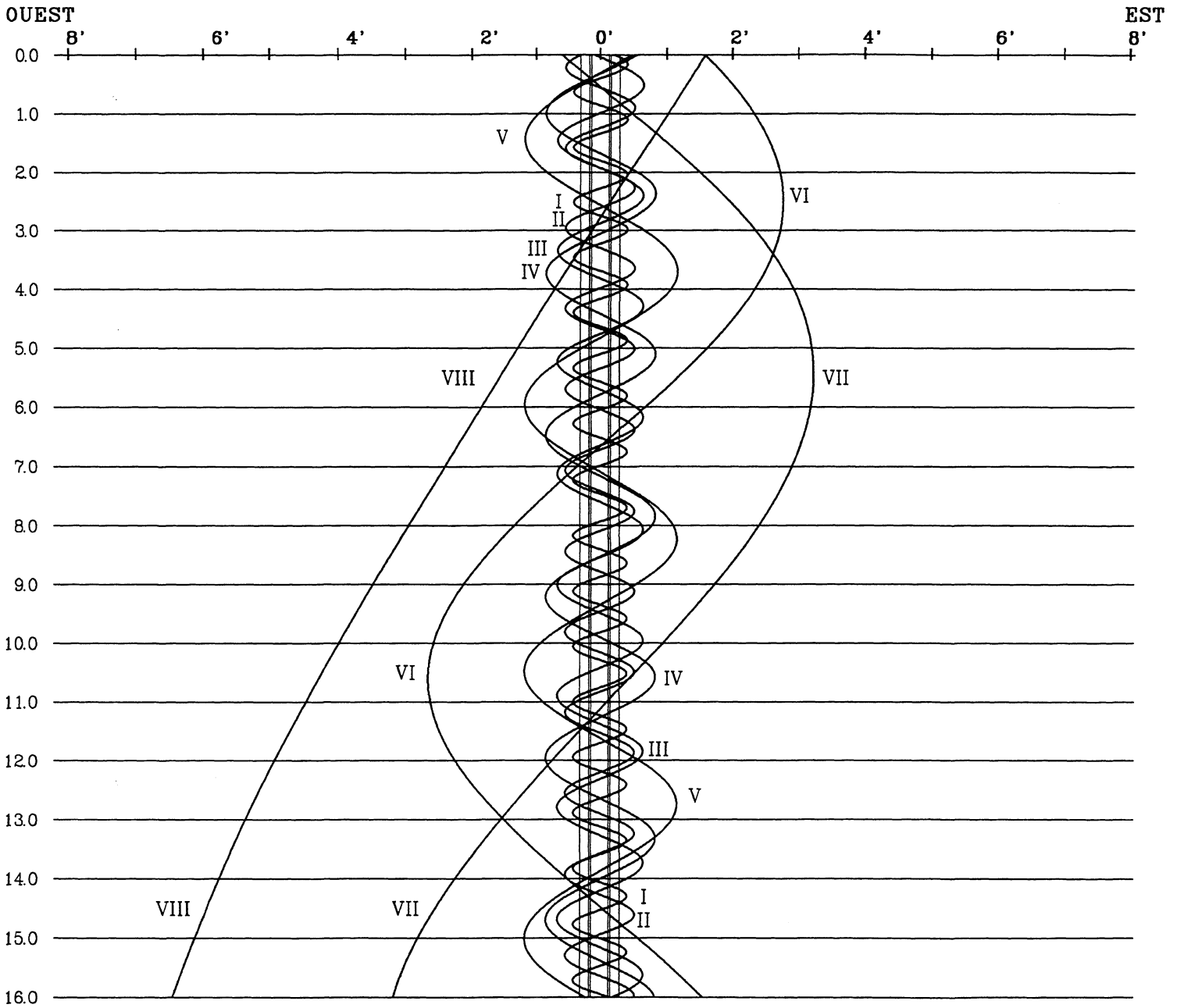


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

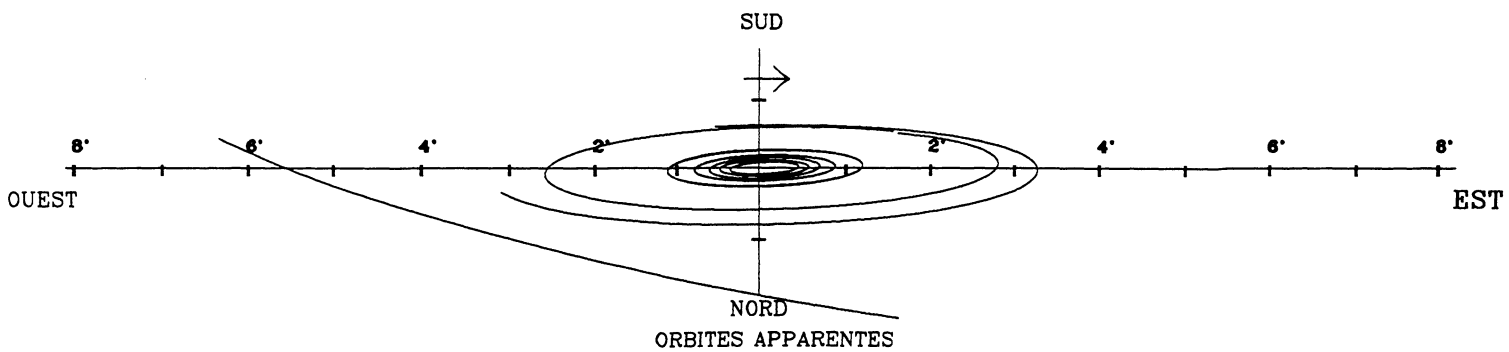


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

AVRIL - PREMIERE QUINZAINE

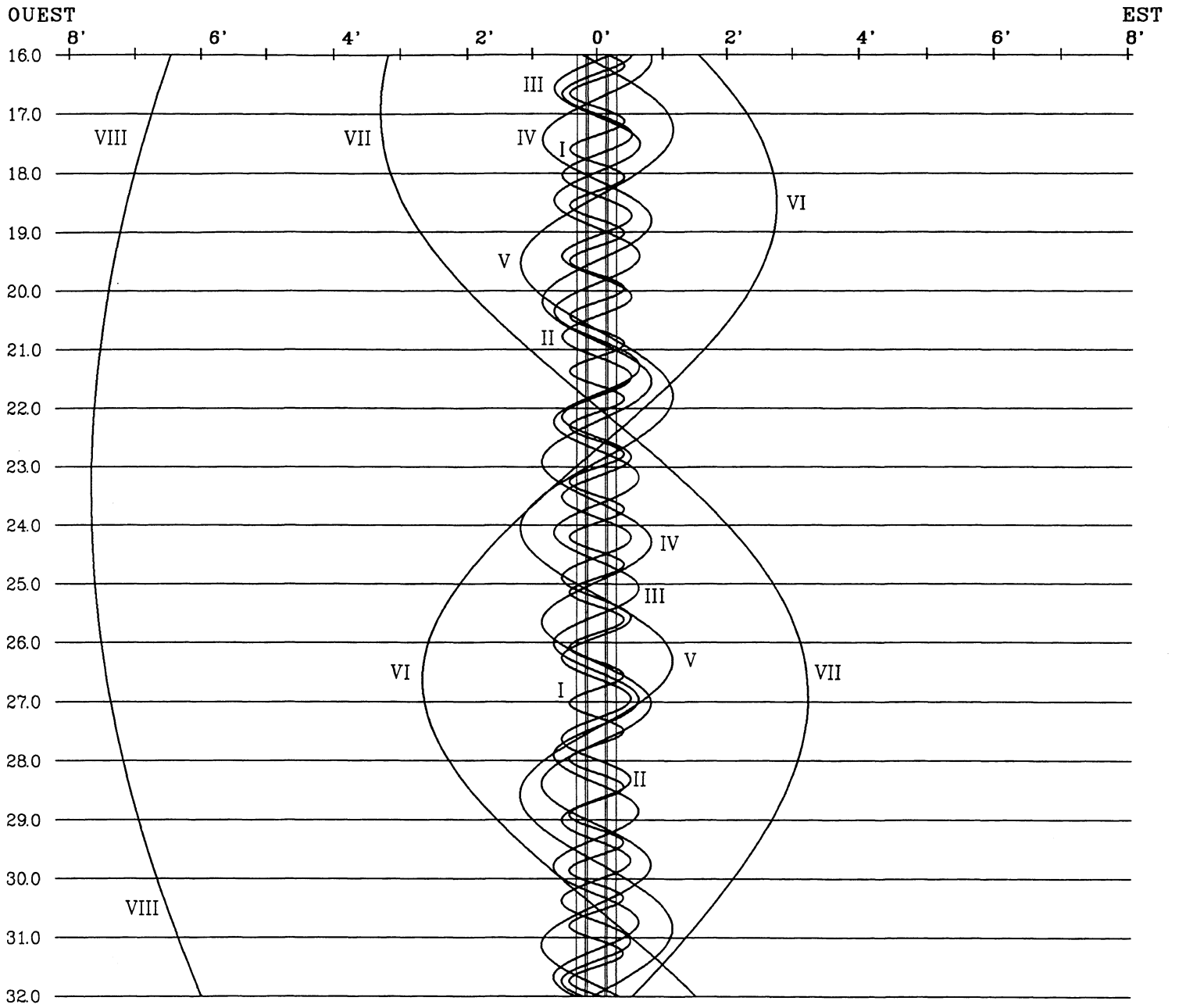


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

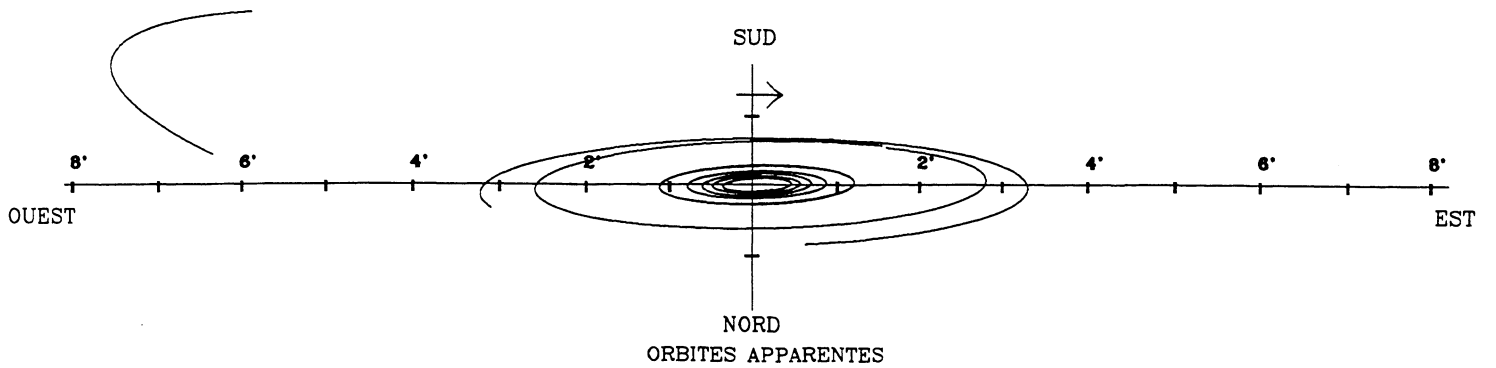


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

AVRIL - DEUXIEME QUINZAINE



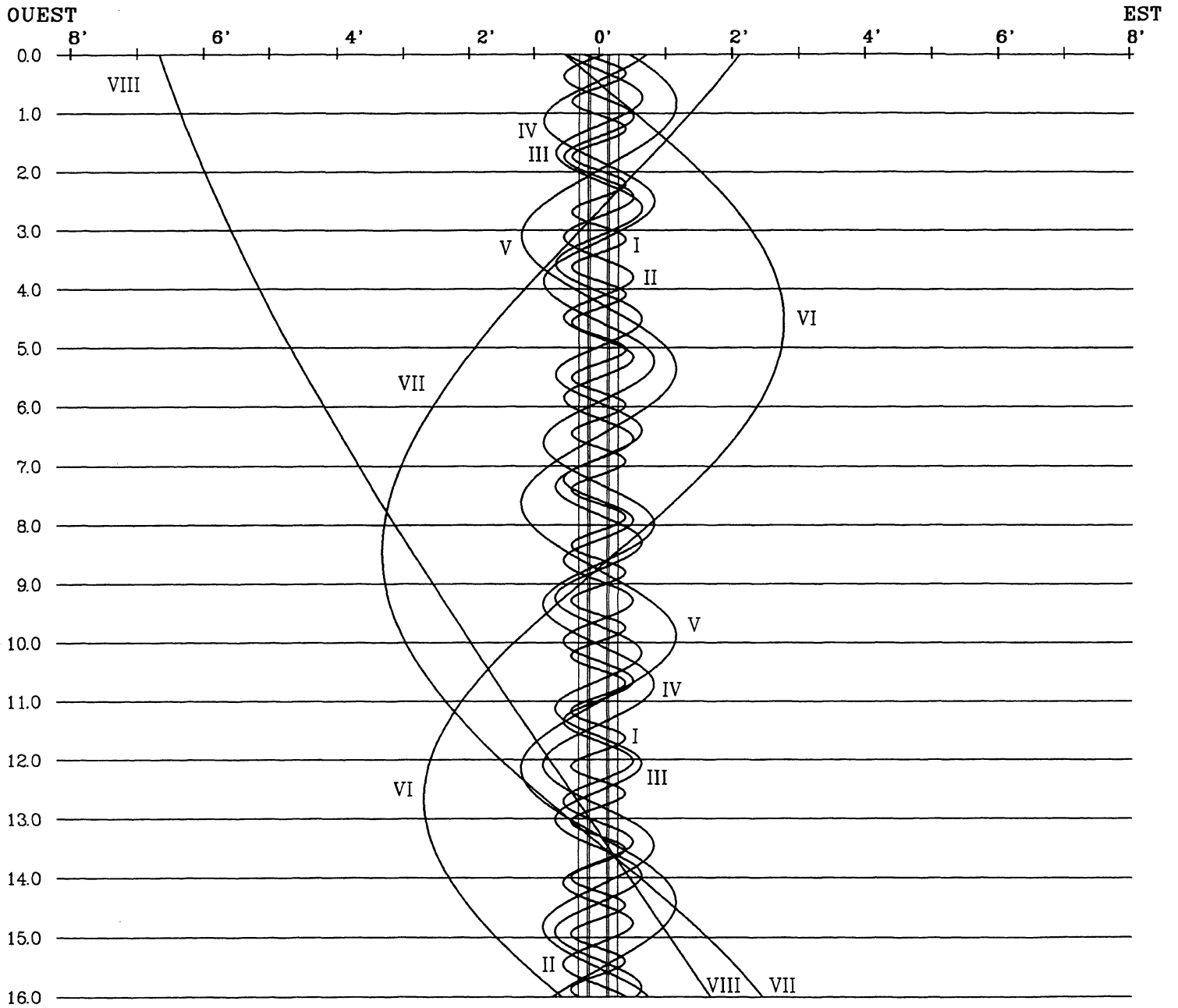
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



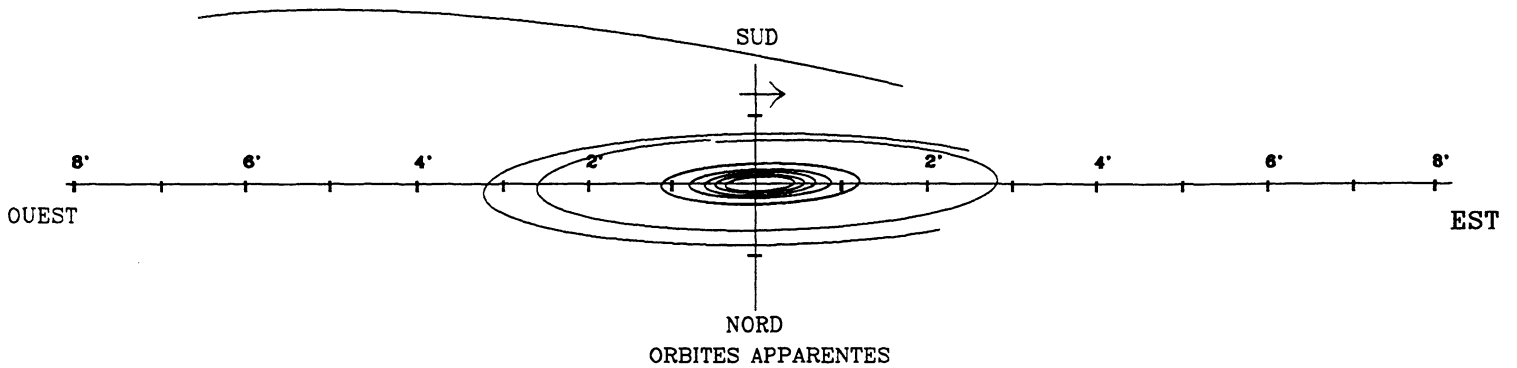


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

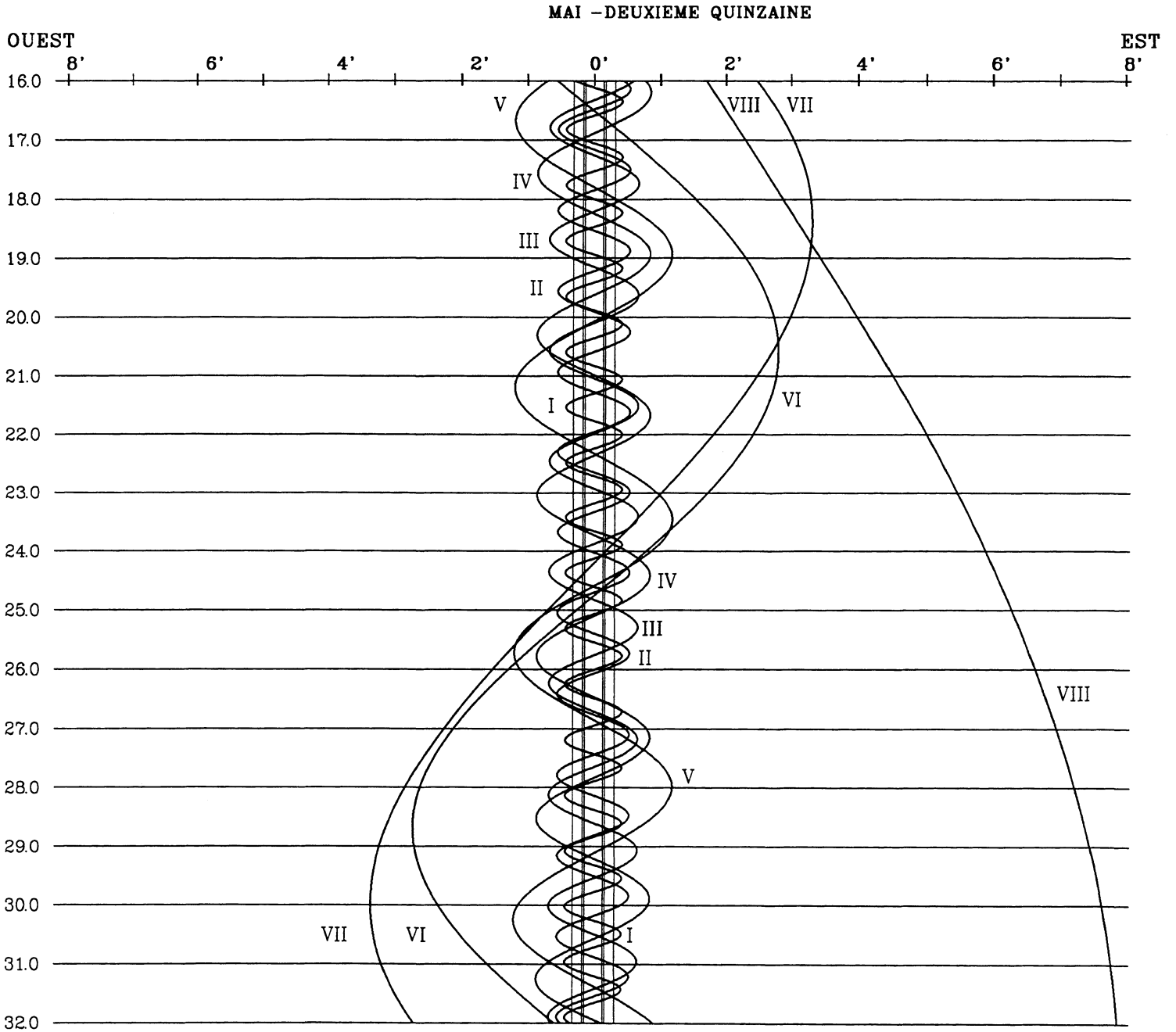
MAI - PREMIERE QUINZAINE



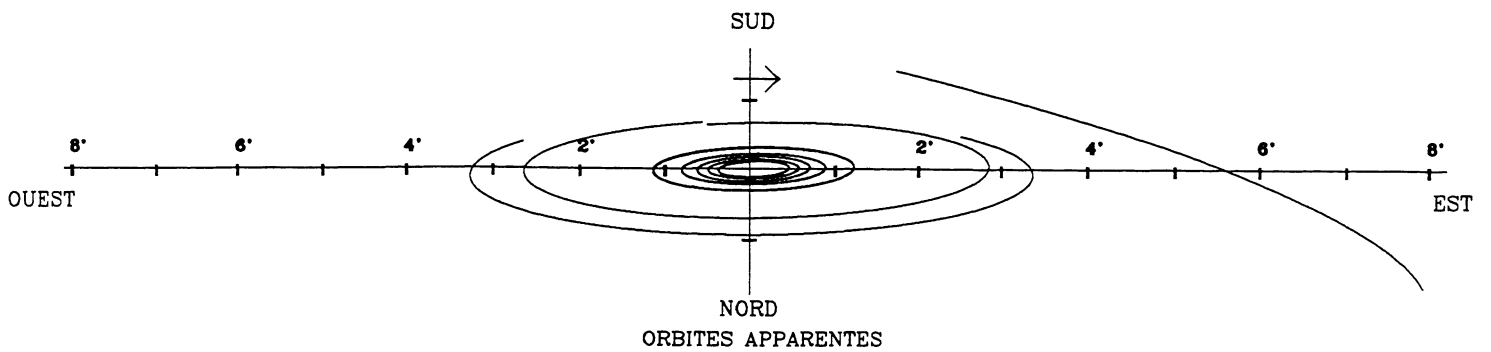
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



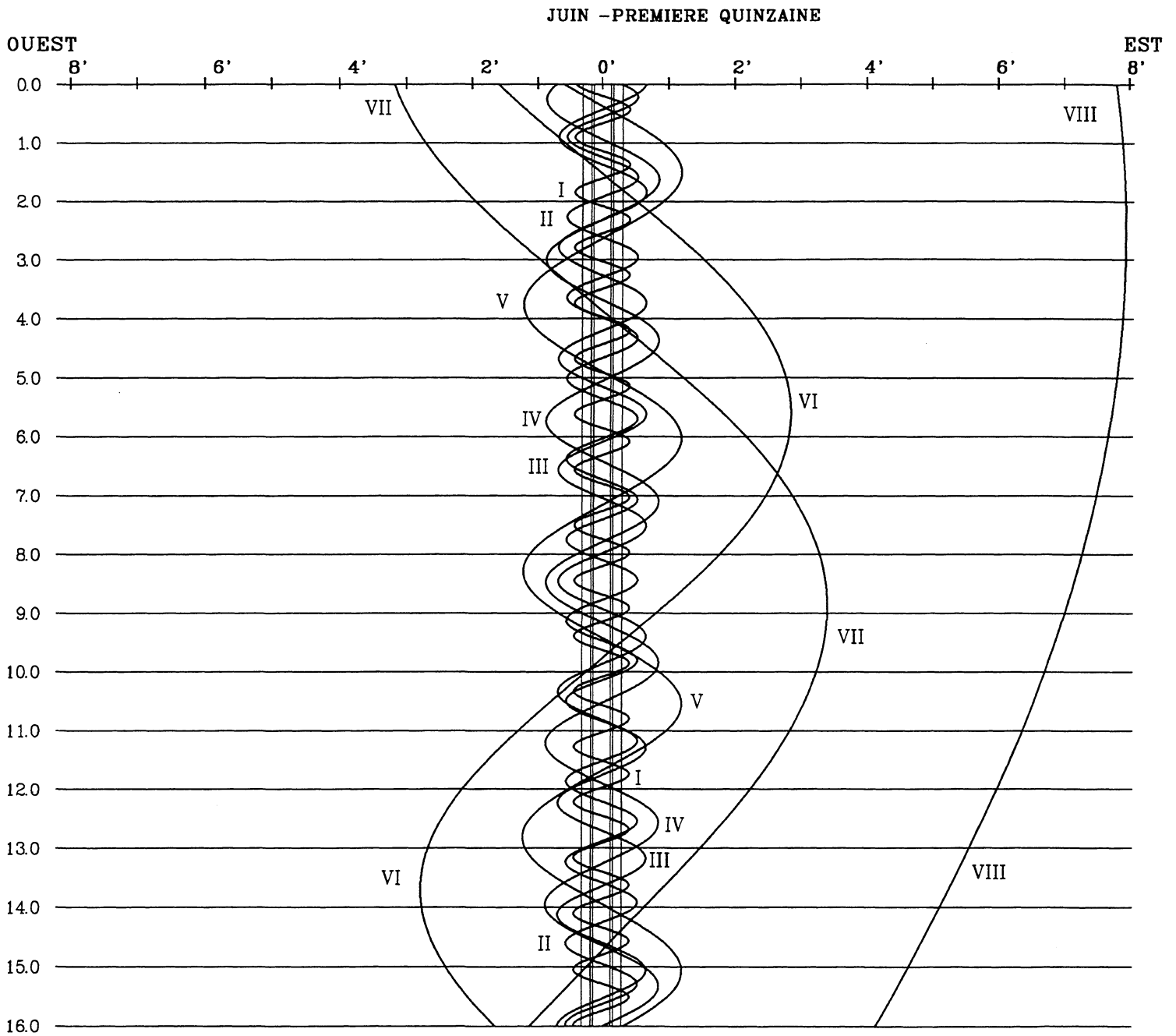
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



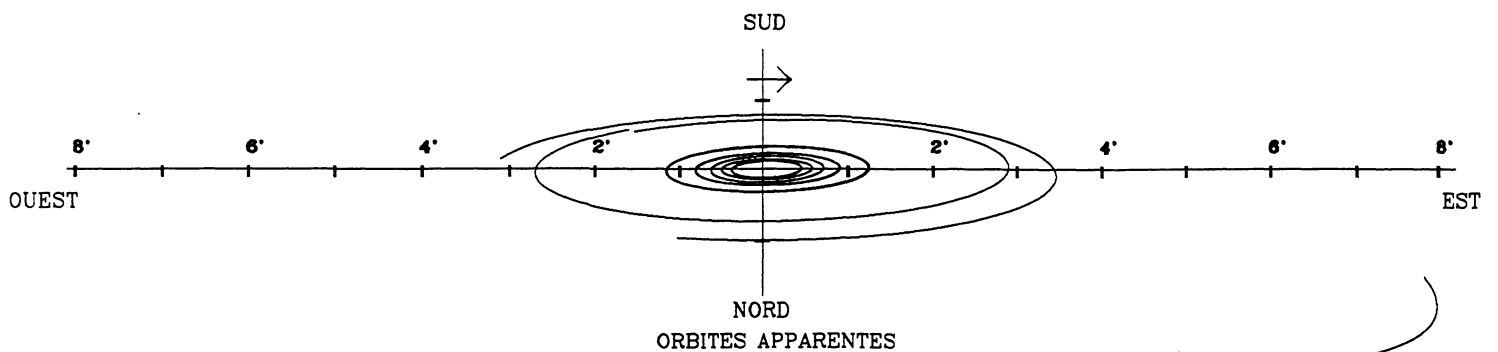
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

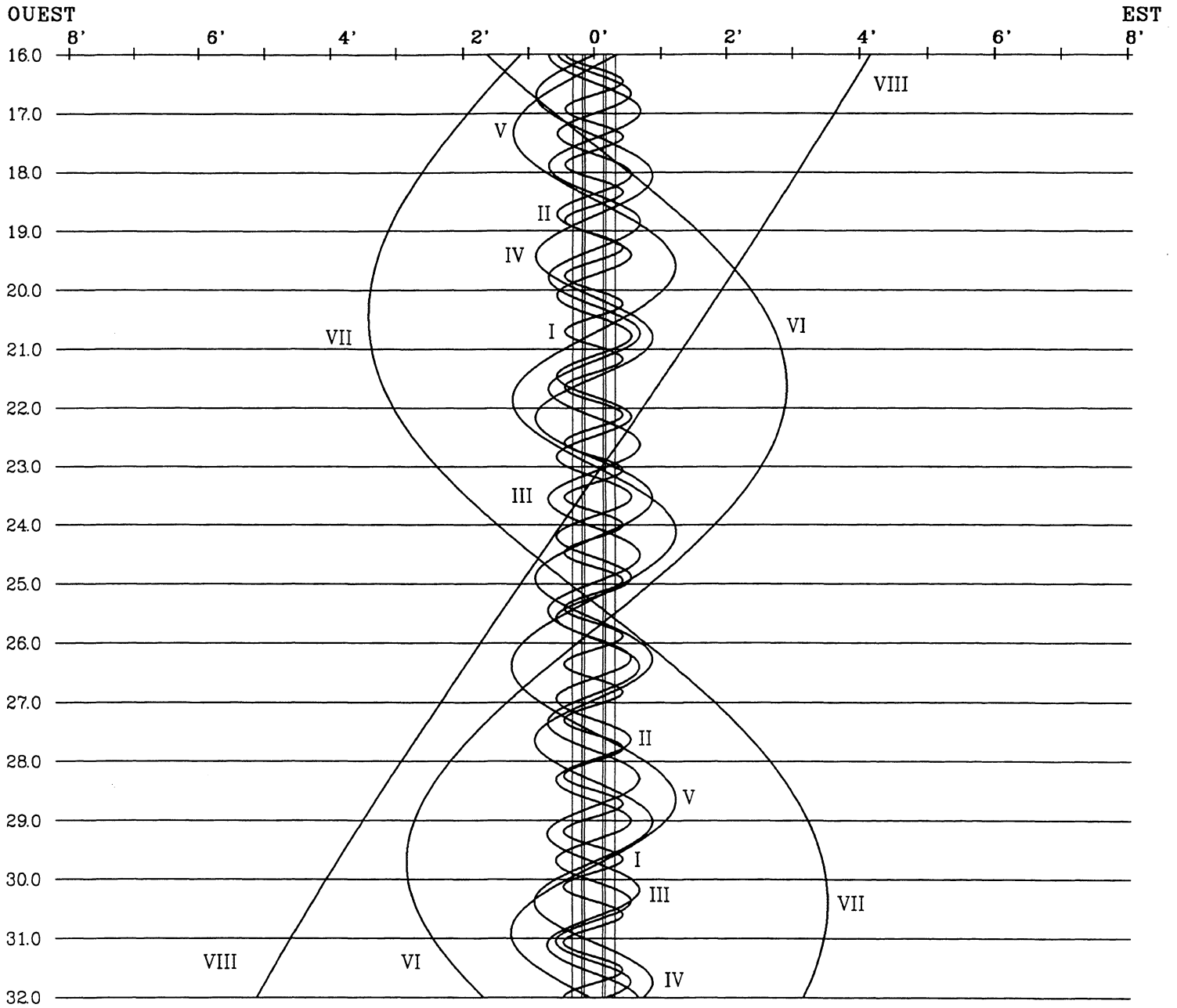


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

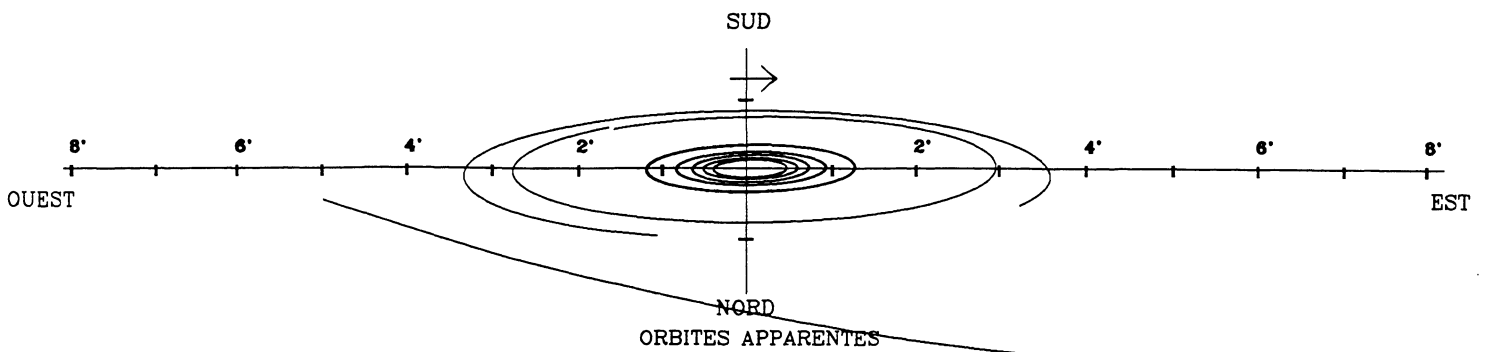


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

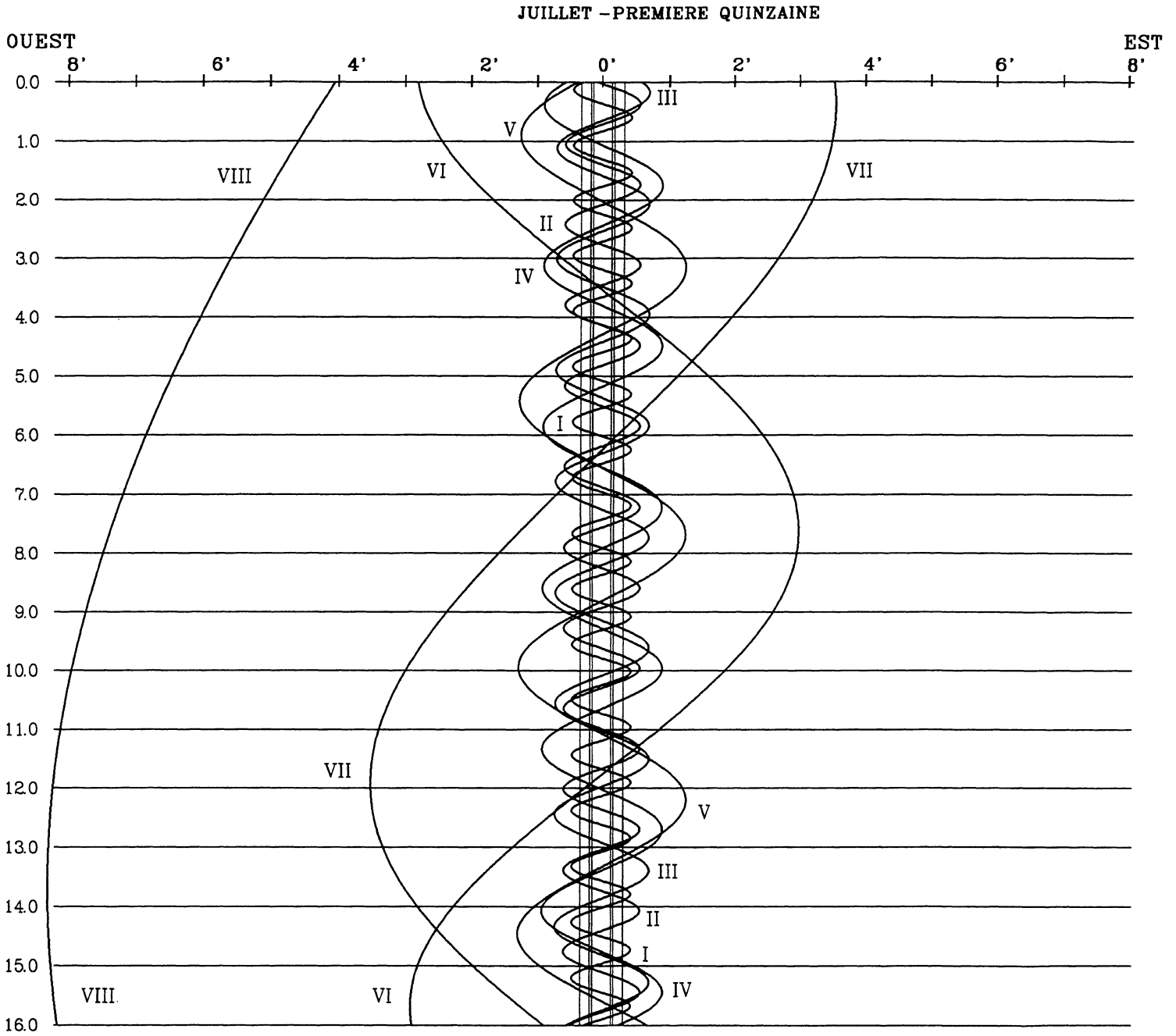
JUIN - DEUXIEME QUINZAINE



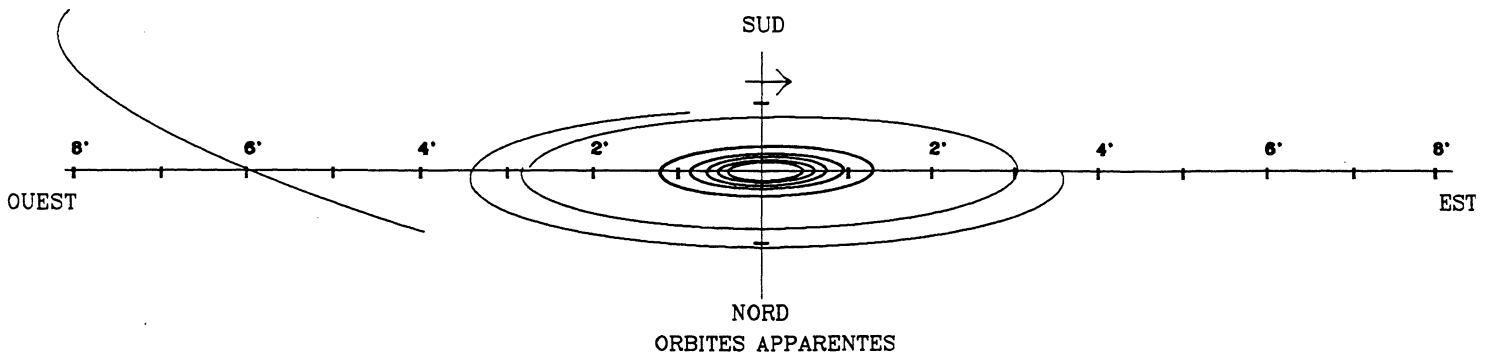
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



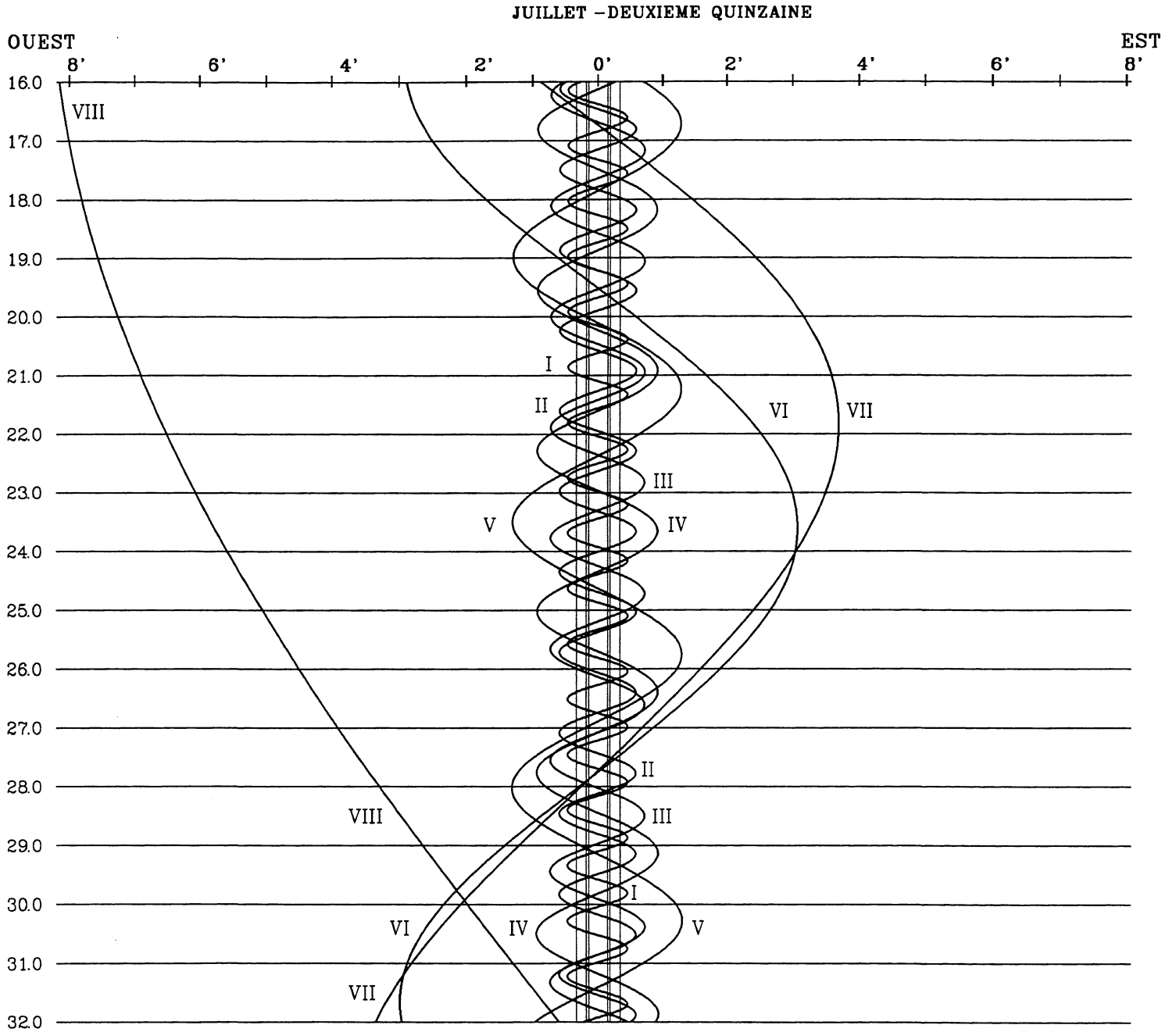
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



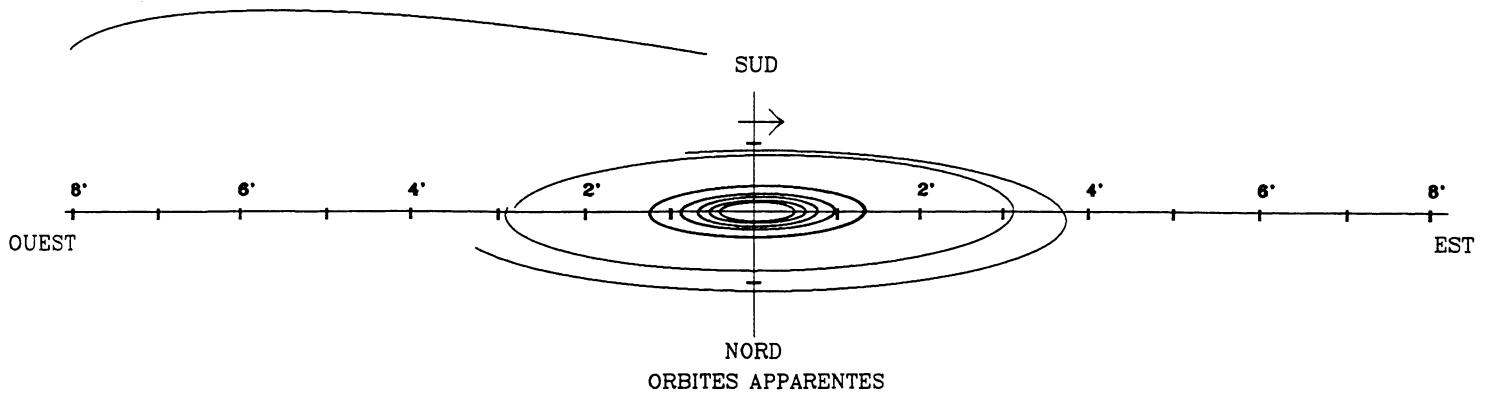
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



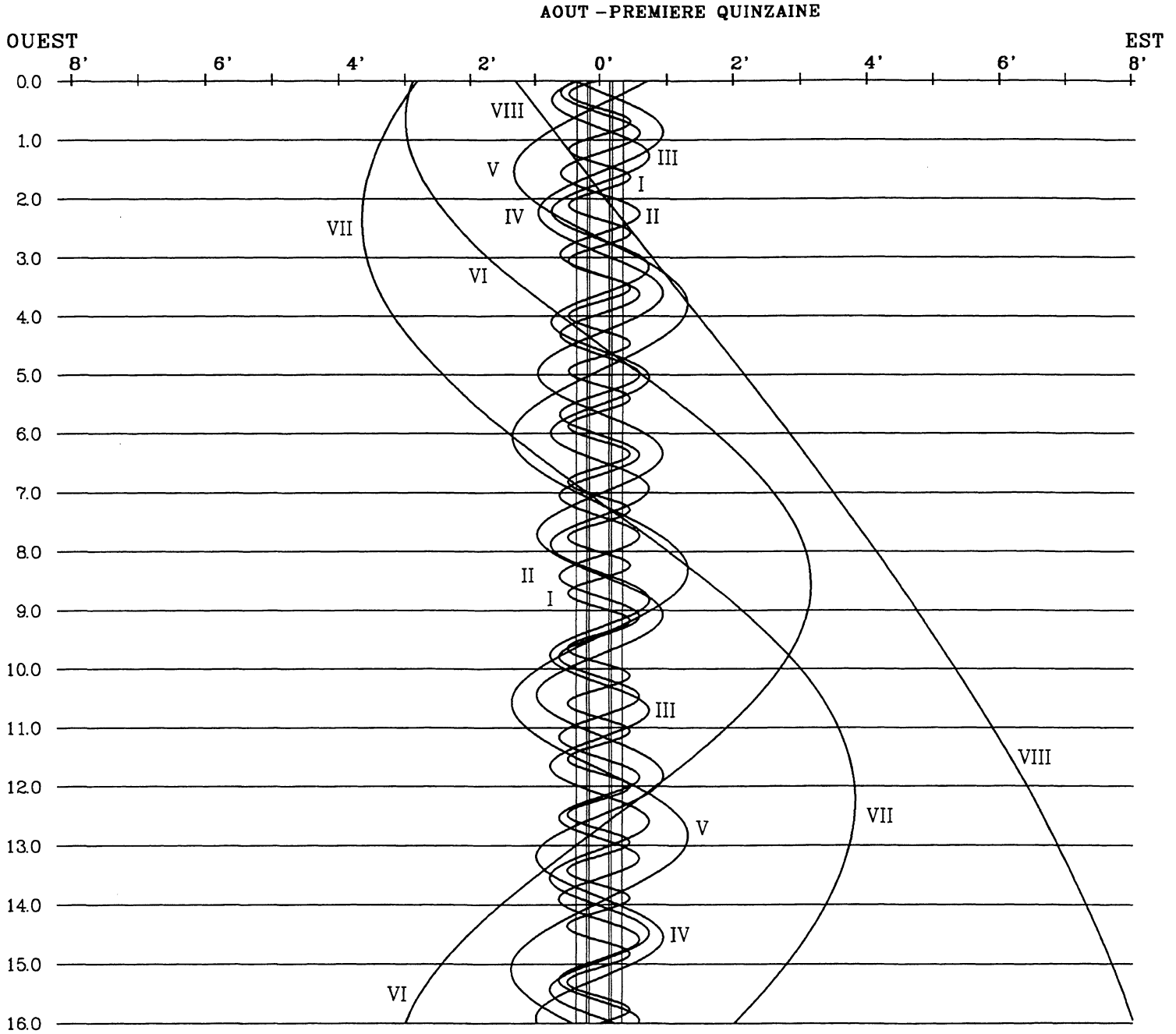
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



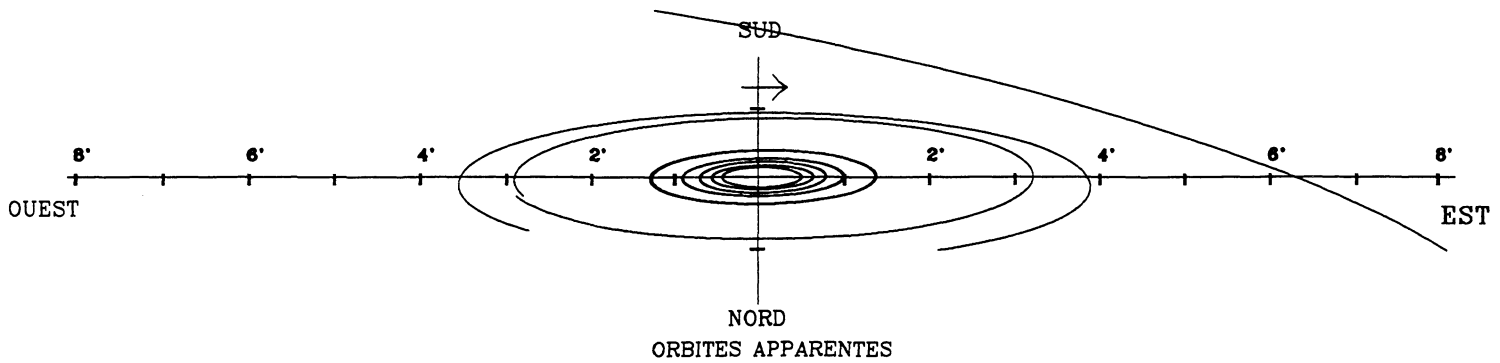
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

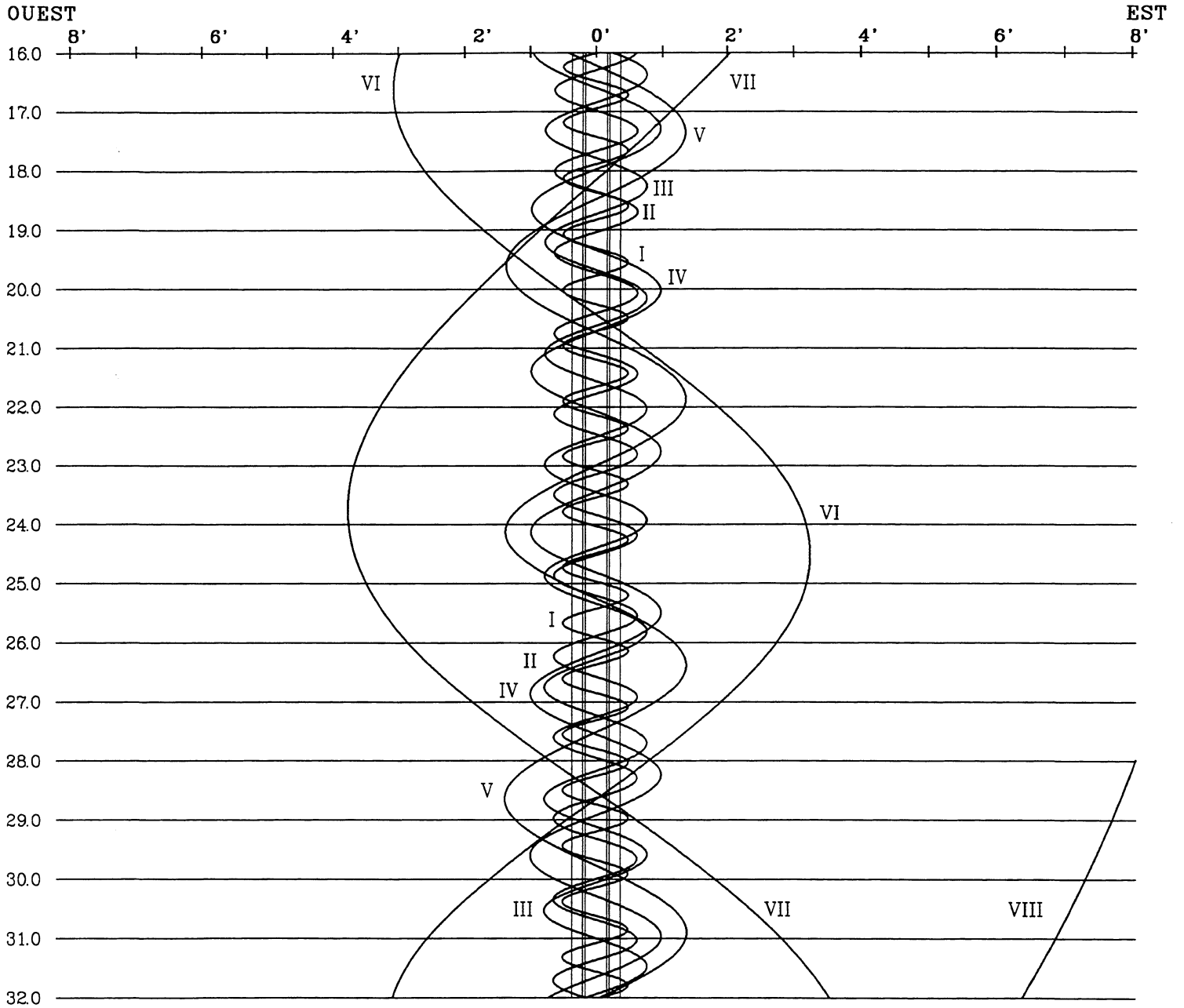


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

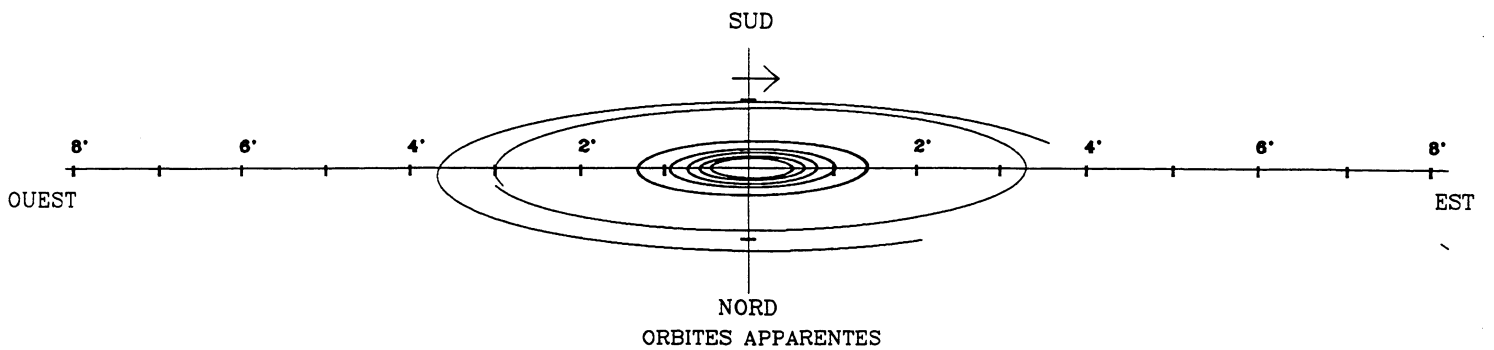


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

AOÛT - DEUXIEME QUINZAINE



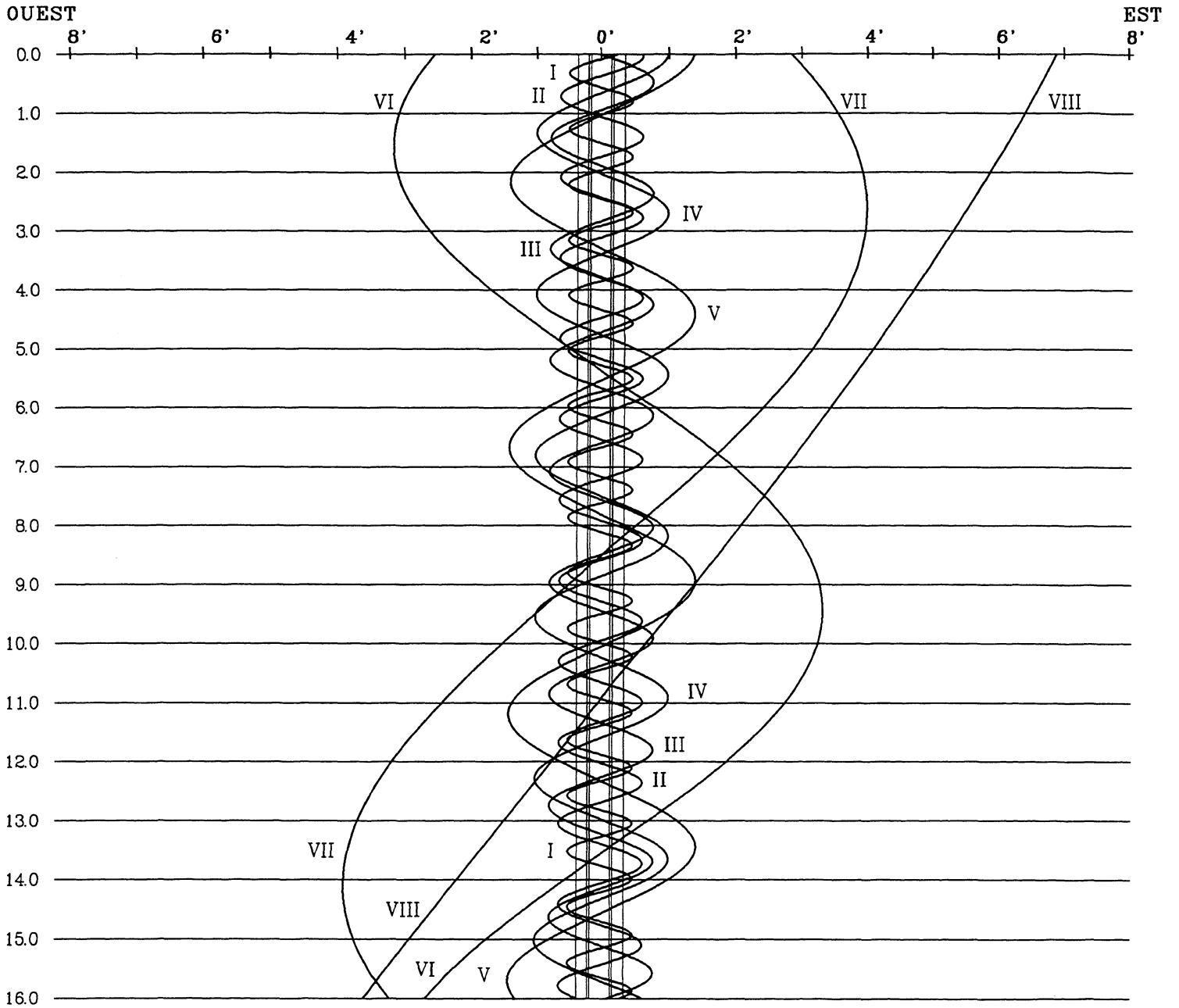
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



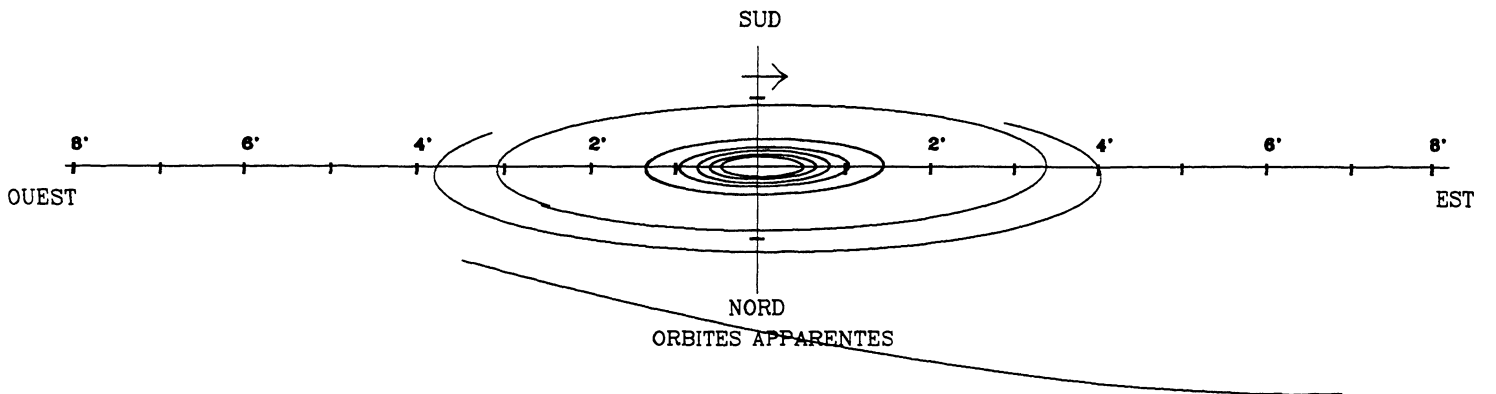


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

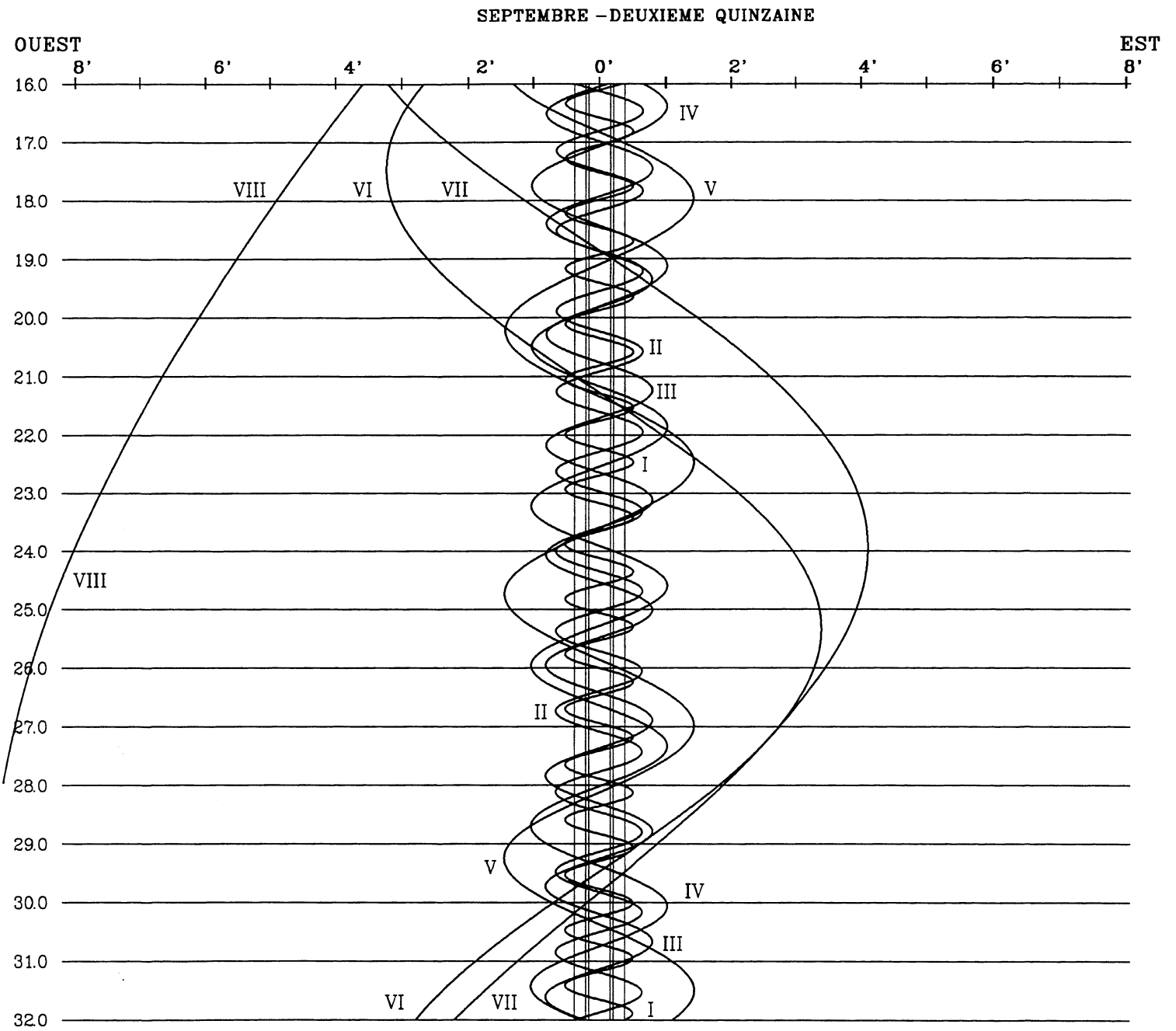
SEPTEMBRE - PREMIERE QUINZAINE



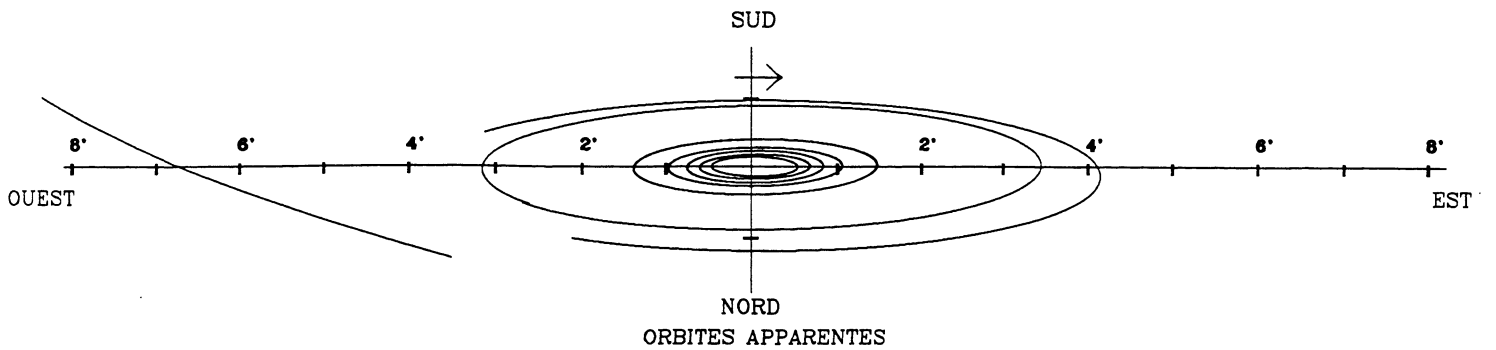
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

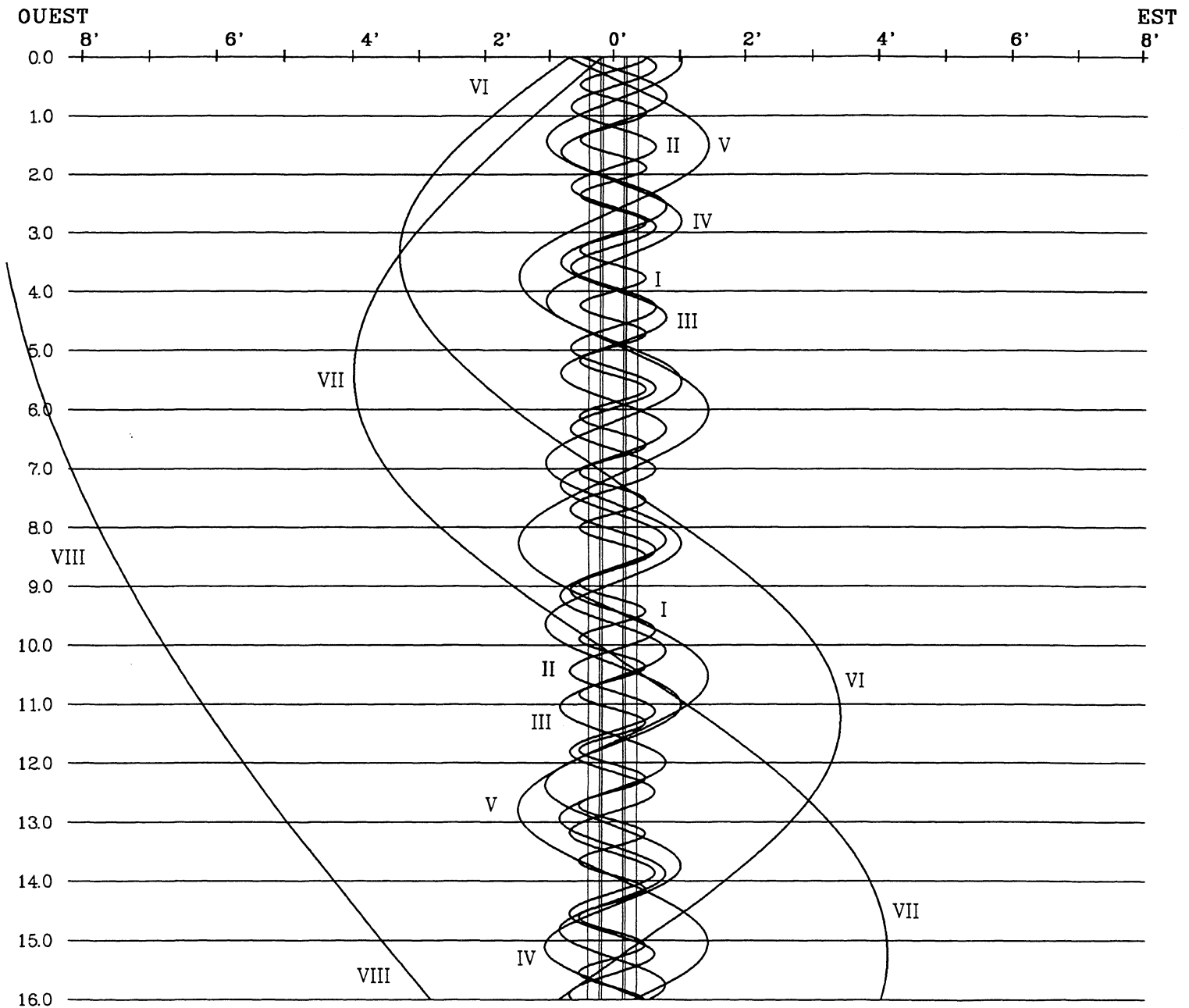


DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

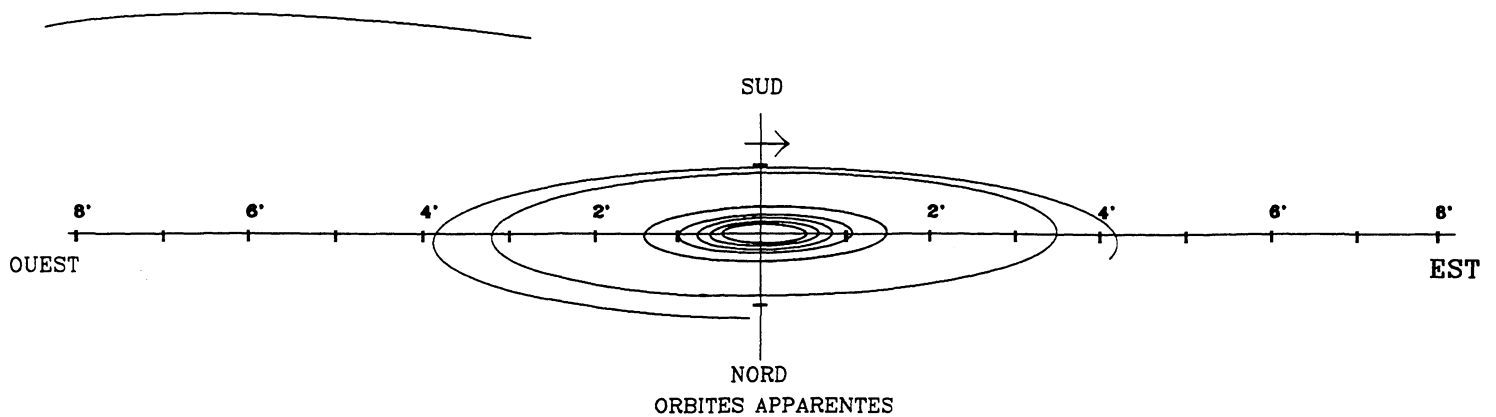


1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE

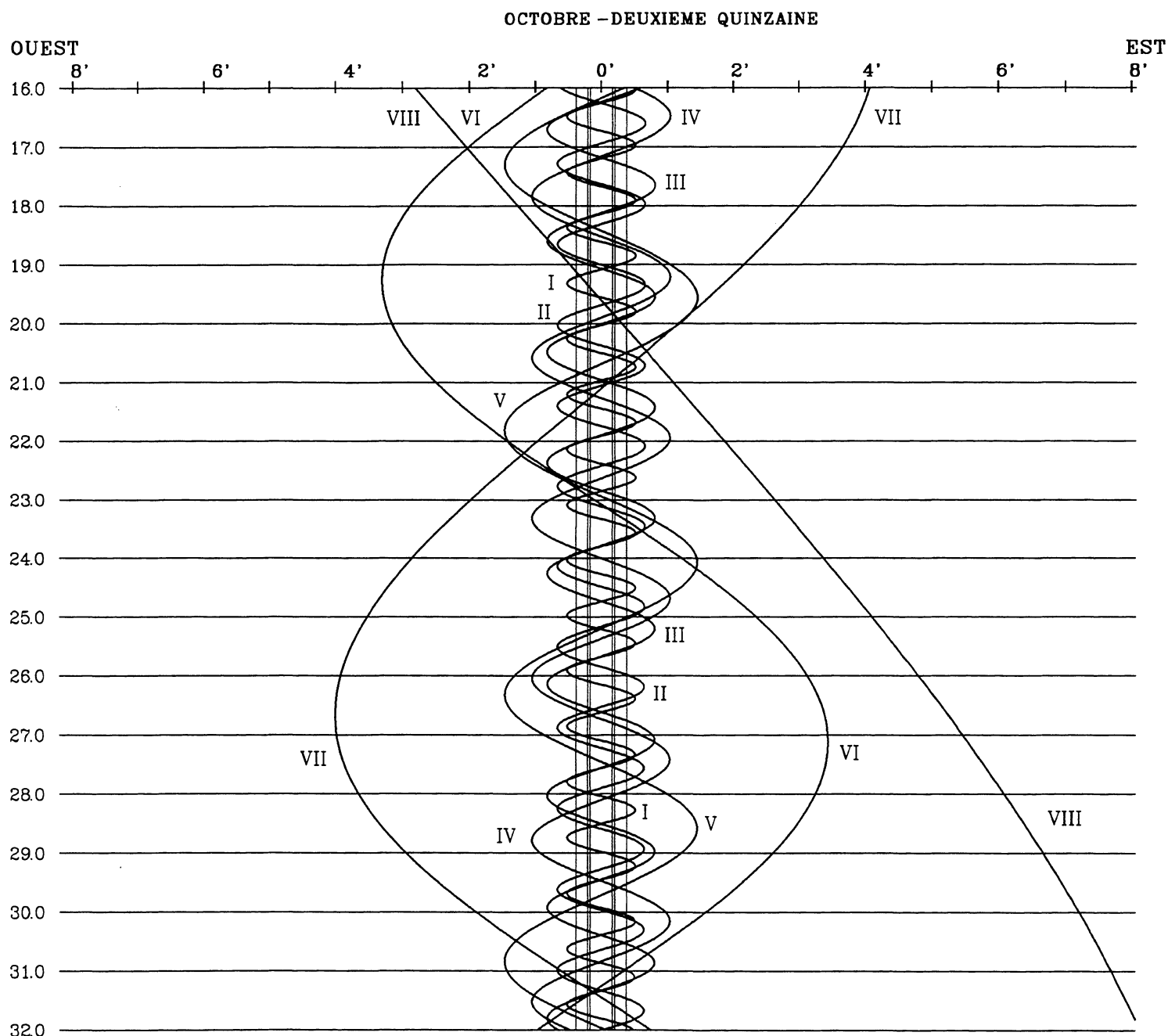
OCTOBRE - PREMIERE QUINZAIN



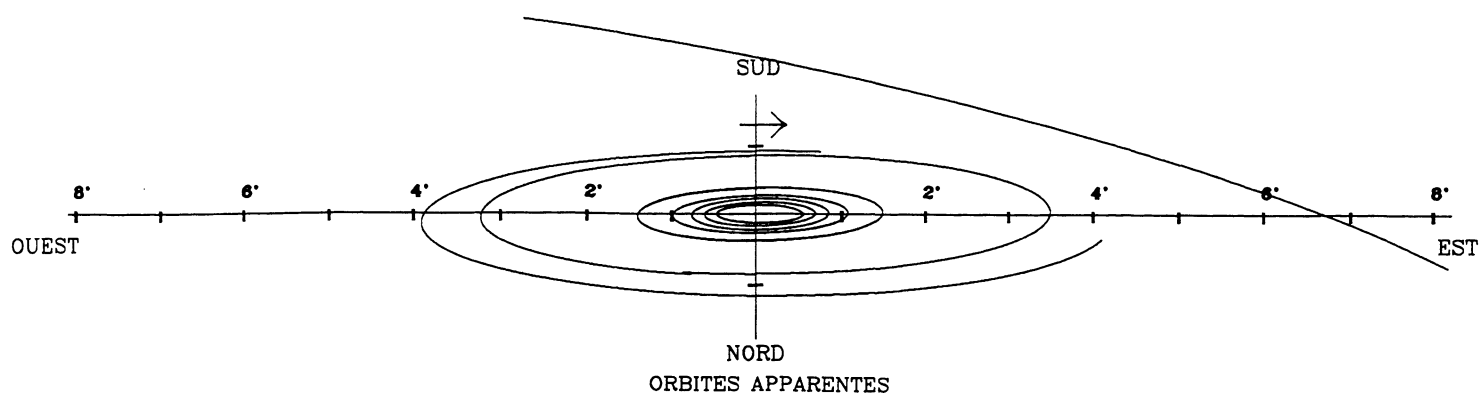
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



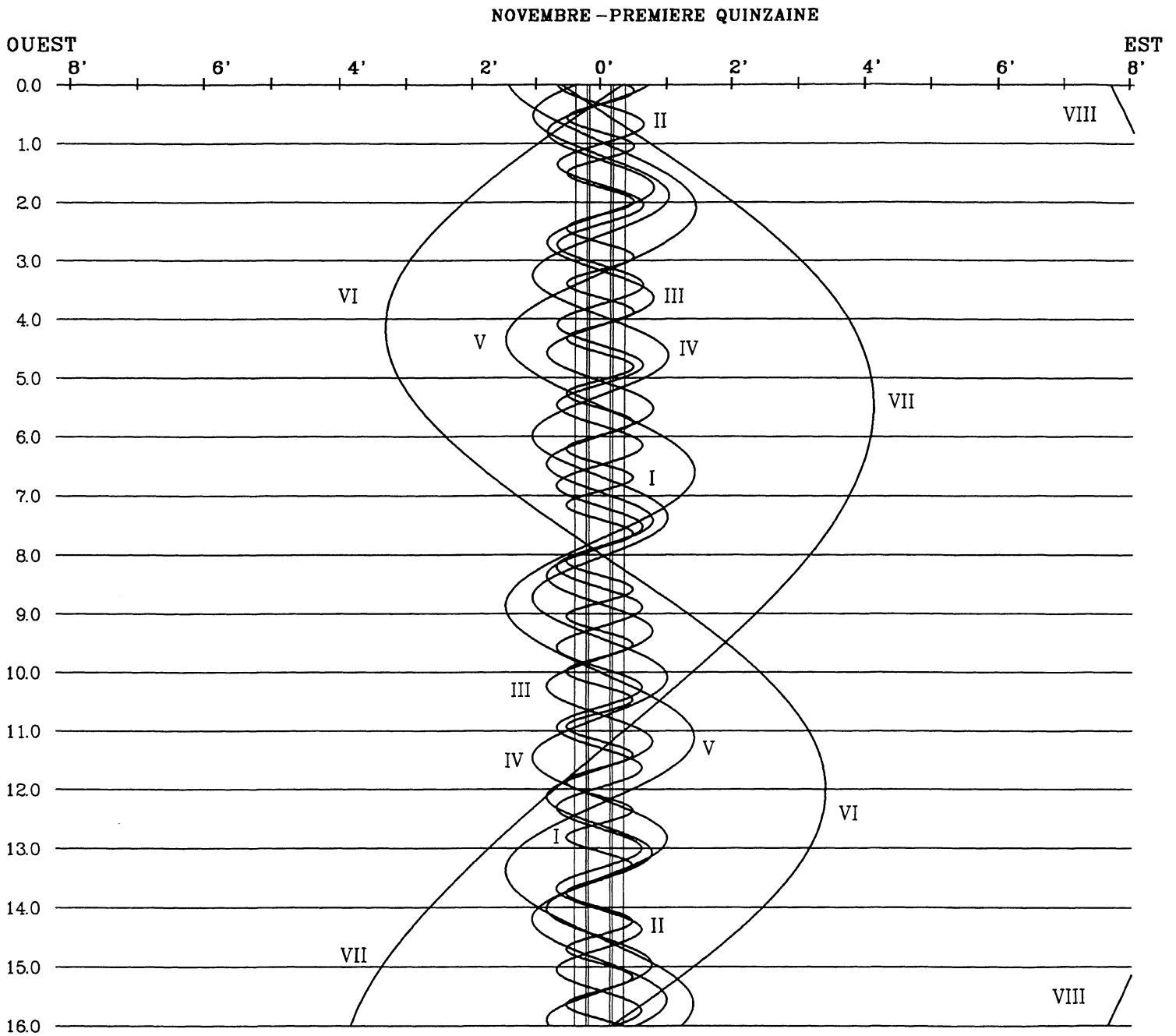
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



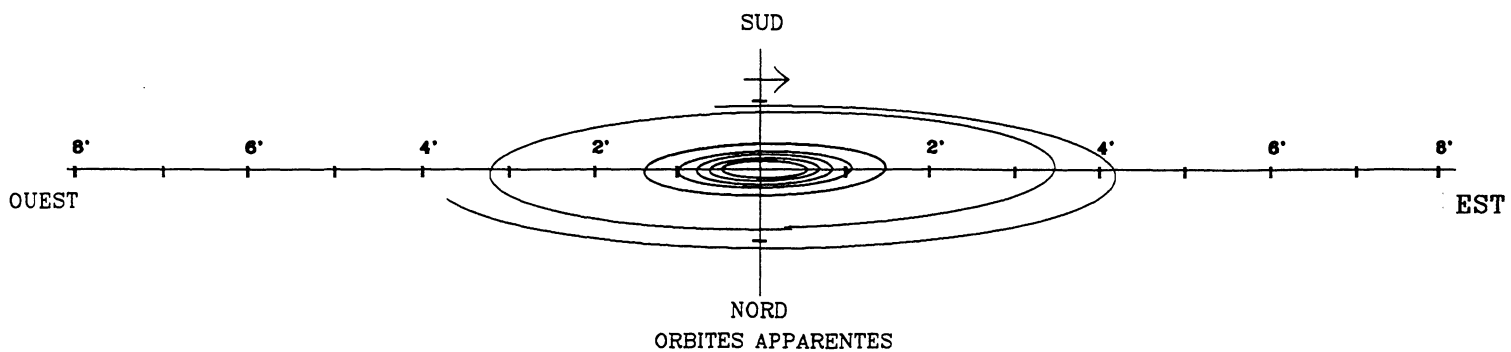
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



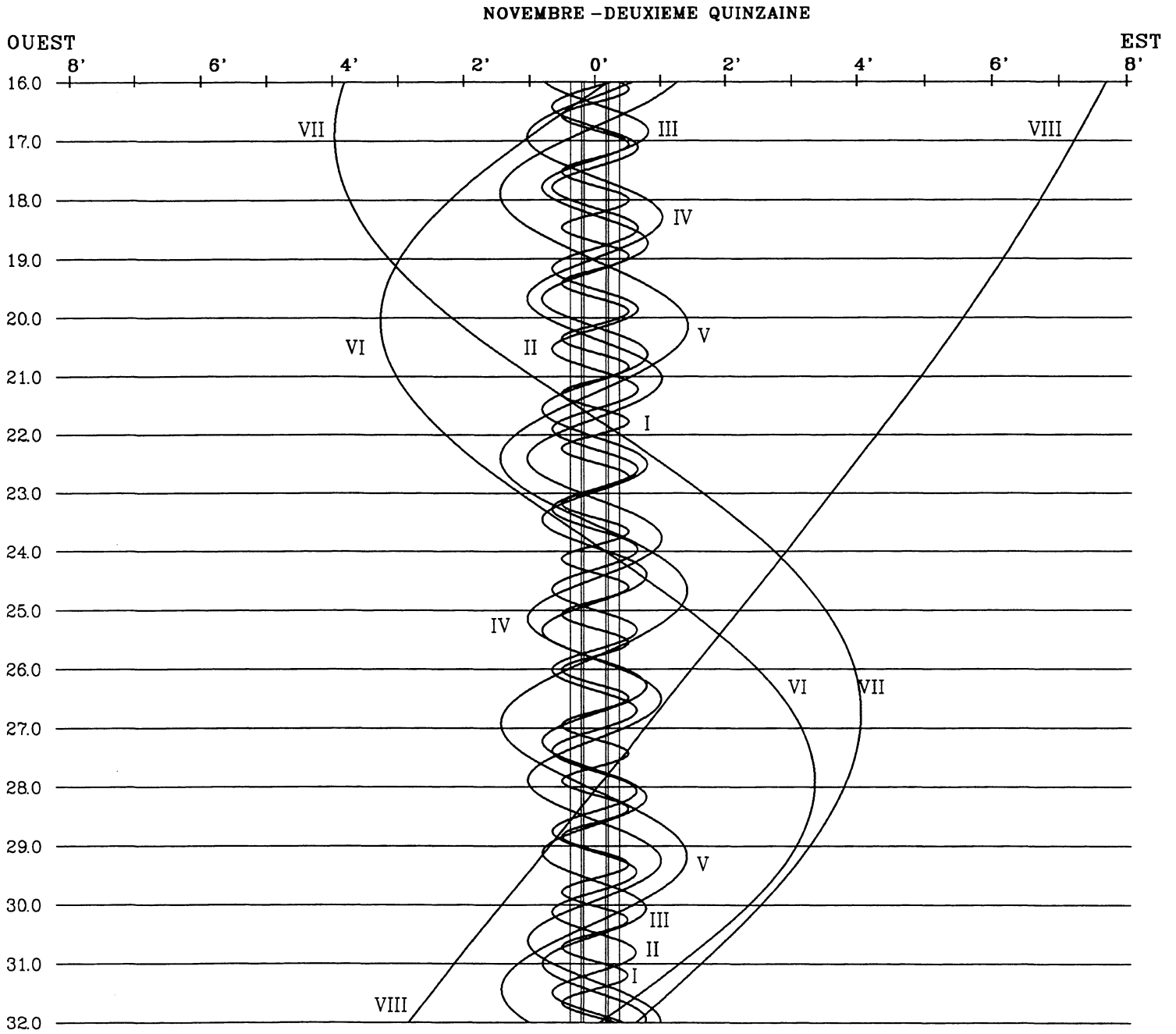
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



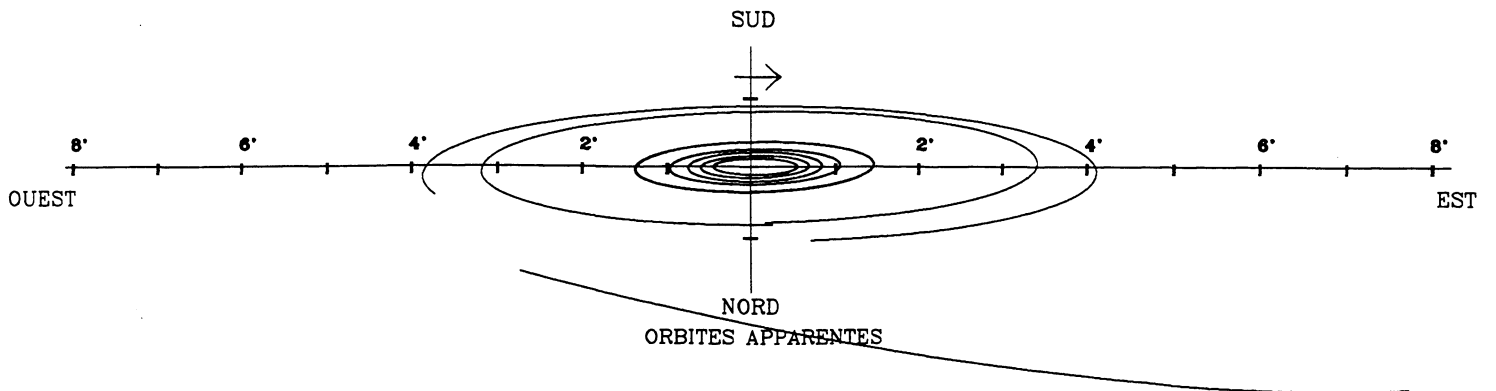
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



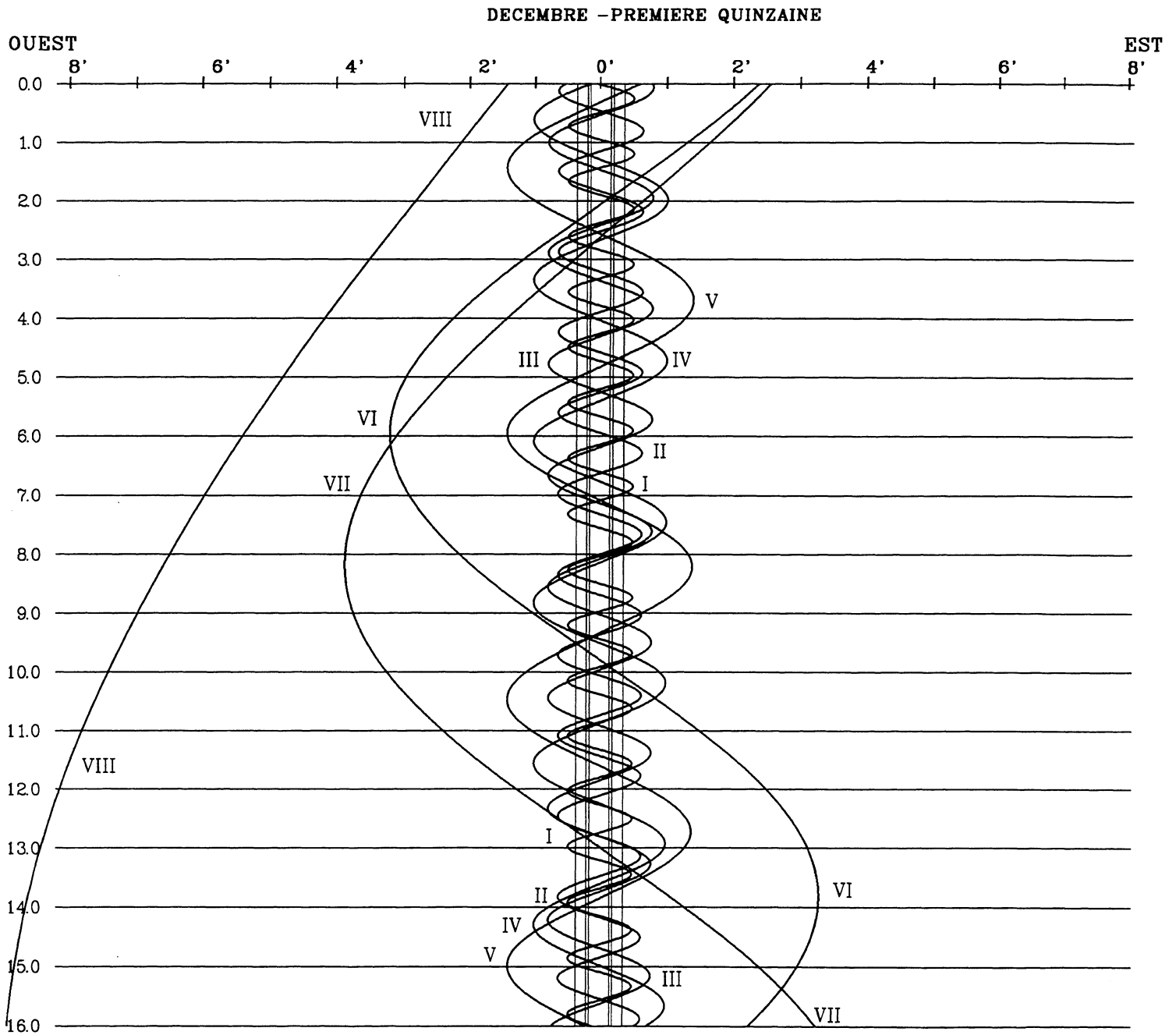
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



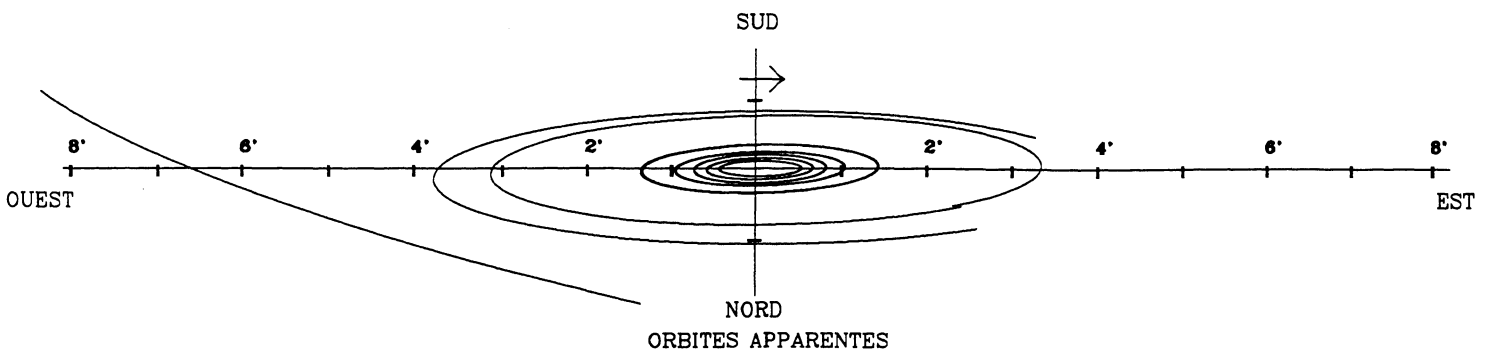
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



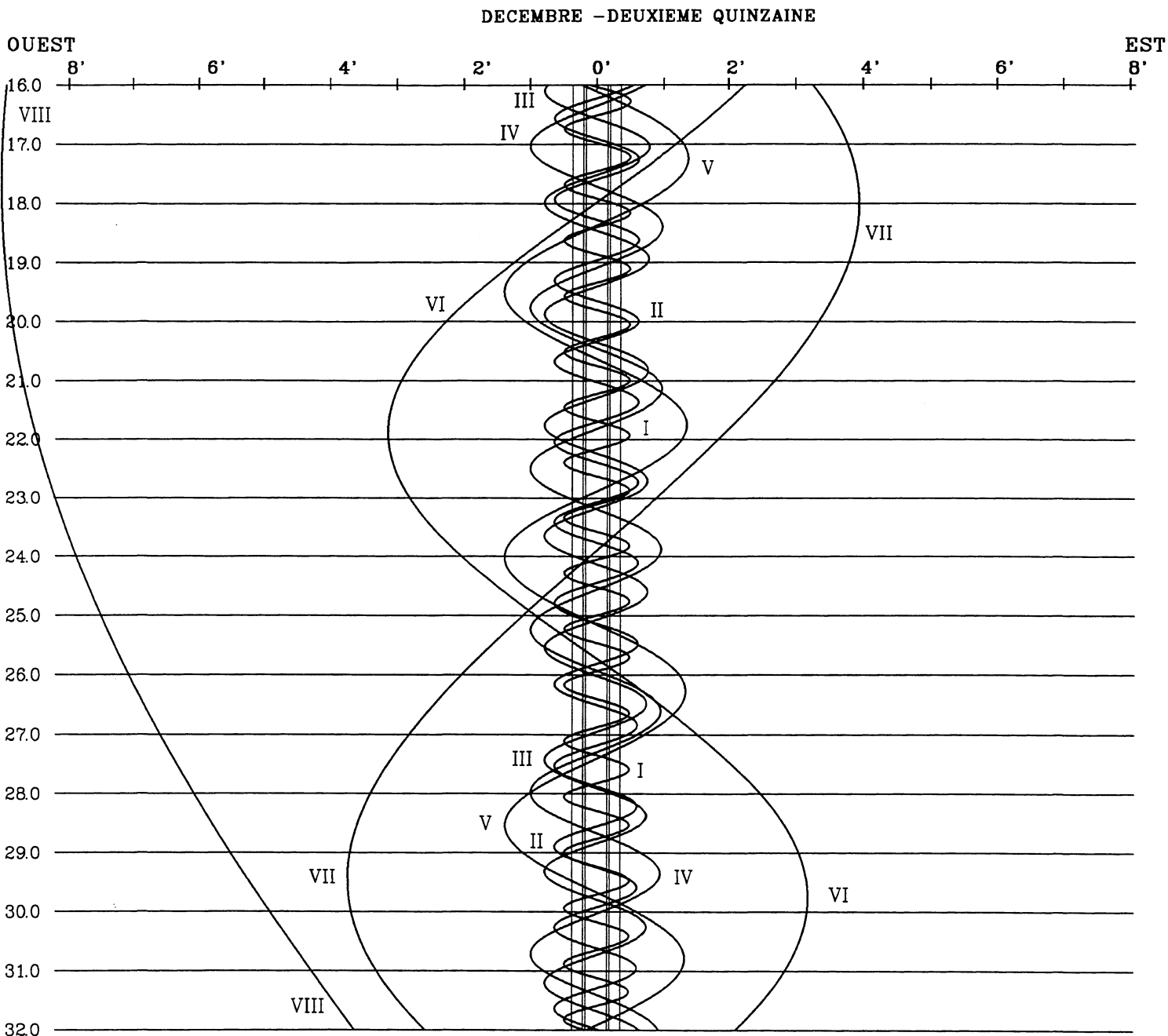
1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



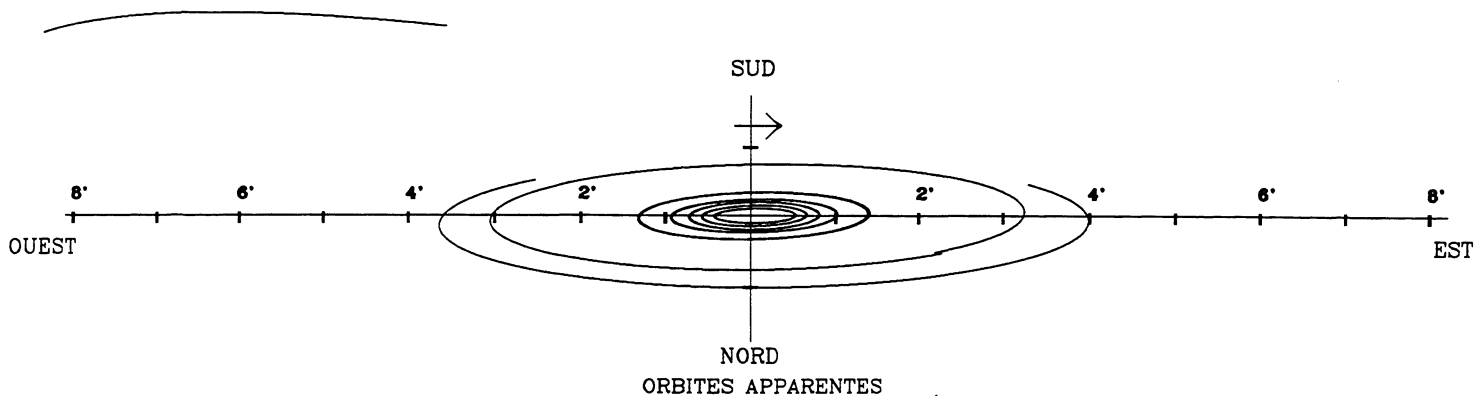
DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE



1998 - CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE SATURNE



DANS LE SENS OUEST-EST, LES SATELLITES PASSENT AU-DELA DE SATURNE

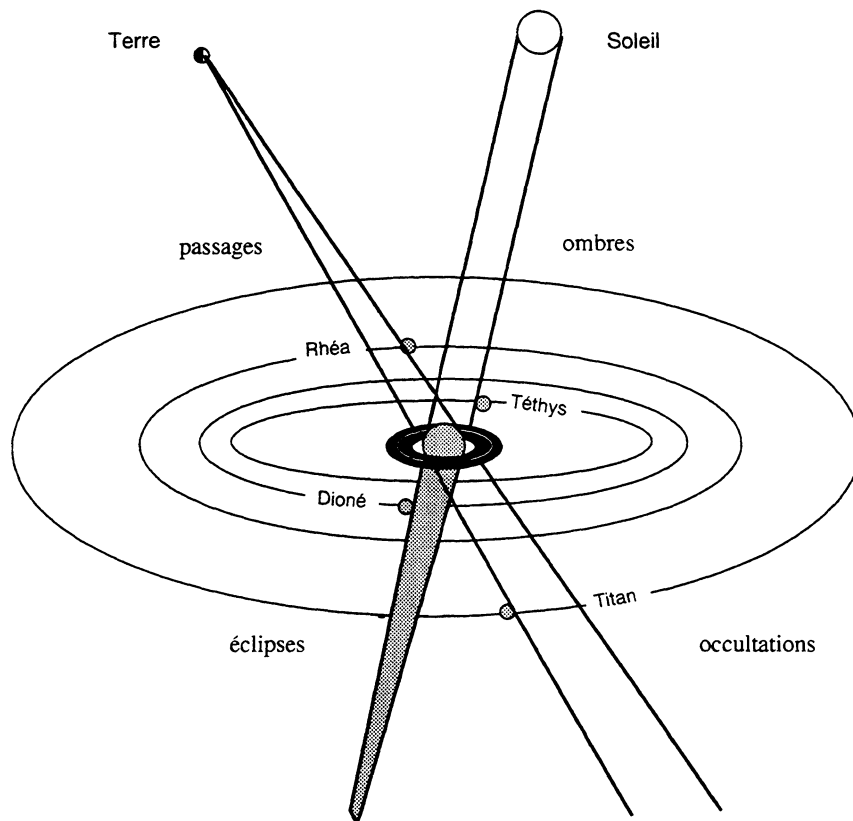






**PHÉNOMÈNES DES SATELLITES DE SATURNE POUR 1998**

**PHENOMENA OF THE SATURNIAN SATELLITES FOR 1998**



**Fig. 1.** Phénomènes des satellites de Saturne. Eclipse de Dioné, occultation de Titan, passage de Rhéa devant la planète et passage de l'ombre de Téthys sur Saturne.

## EXPLICATIONS CONCERNANT LES PREDICTIONS DES PHENOMENES DE SATURNE

Tous les quinze ans la Terre et le Soleil traversent le plan orbital des satellites de Saturne. Il est alors possible d'observer des phénomènes semblables aux phénomènes bien connus des satellites galiléens de Jupiter: éclipses et occultations des satellites par Saturne, passages de satellites devant le disque de Saturne ou passages de leur ombre projetée sur ce disque. Dans les pages suivantes on trouvera les prédictions de ces phénomènes. Pour les distances apparentes du satellite au Soleil inférieures à  $30^\circ$  et des distances apparentes à la Lune inférieures à  $5^\circ$ , le type de phénomène est marqué d'un astérisque signifiant la plus grande difficulté d'observation. C'est aussi le cas de certaines éclipses pour lesquelles le satellite se trouve à moins de  $4''$  du bord de Saturne. Ces prédictions de phénomènes ont été réalisées à partir de la théorie des mouvements des satellites de Saturne de Dourneau (1993). On trouvera des détails sur ces prédictions dans (Arlot et Thuillot, 1993).

Nous donnons les dates des débuts et fins de passages devant Saturne (Pd et Pf), des débuts et fins de passages des ombres sur le disque de Saturne (Od et Of), des débuts et fins d'éclipses par Saturne (Ed et Ef) ainsi que celles des débuts et fins d'occultations par la planète (Im pour immersions et Em pour émergences). Ces calculs ne tiennent pas compte du diamètre des satellites et ne concernent que leur centre: ces dates correspondent donc au milieu du phénomène. Elles sont données dans l'échelle du Temps Terrestre.

Pour une trajectoire apparente équatoriale, l'intervalle de temps séparant le début et la fin des phénomènes (premiers et derniers contacts) va de 14s pour Mimas (S1) à 450s pour Titan (S6).

## REFERENCES

- Arlot, J.-E., Thuillot, W.: 1993, Eclipses and mutual events of the first eight Saturnian satellites during the 1993-1996 period, *Icarus* **105**, 427-440.
- Dourneau, G.: 1993, Observations et études du mouvement des huit premiers satellites de Saturne, *Astron. Astrophys.* **267**, 292-299.

## COMMENTS ON THE PREDICTIONS OF THE PHENOMENA BY SATURN

*Every fifteen years the Earth and the Sun pass through the orbital planes of the Saturnian satellites. It is then possible to observe phenomena similar to the well known phenomena of the Galilean satellites of Jupiter: eclipses and occultations of the satellites by Saturn, transits in front of the planetary disk, transits of the shadows of the satellites projected on the disk of the planet. In the following pages we give a list of these phenomena. Some phenomenon may be difficult to observe, they are labeled with an asterisk. This is the case for the phenomena surrounding when the sun is at less than  $30^\circ$ , or the moon at less than  $5^\circ$ . This is also the case for eclipses of satellites located at less than  $4''$  from the edge of Saturne. The predictions have been made using Dourneau's theory of the motion of the Saturnian satellites (Dourneau, 1993). Further details on these predictions can be found in (Arlot and Thuillot, 1993).*

*We give the dates of the beginning and the end of the transits in front of Saturn (Pd and Pf), of the transits of the shadow (Od and Of), of the eclipses by Saturn (Ed and Ef), of the occultations by the planet (Im for immersions and Em for emersions). These computations are made with no consideration of the diameter of the satellites but concern their center: these dates are the dates of the mid events. They are given in the Terrestrial Time scale.*

*For an equatorial apparent orbit, the time interval between the beginning and the end of these phenomena (first and last contacts) is from 14s for Mimas (S1) up to 450s for Titan (S6).*













## 1998- PHÉNOMÈNES DES SATELLITES DE SATURNE

4	18	.7	1Im	9	41.4	1Im	15	1	22.6	1Im	17	4.2	1Im	26	8	46.4	1Im
	5	27.9	1Pd	21	10.3	1Pd		12	52.9	1Pd	21	4	35.9	1Pd	20	19.2	1Pd
	5	51.6	10d	21	36.1	10d		13	20.7	10d		5	5.3	10d	20	50.1	10d
	7	1.4	1Pf	22	45.0	1Pf		14	28.7	1Pf		6	12.4	1Pf	21	56.1	1Pf
	7	6.9	10f	22	51.5	10f		14	36.0	10f		6	20.3	10f	22	4.5	10f
	16	37.5	1Im	10	8	18.2	1Im	23	59.5	1Im	15	41.2	1Im	27	7	23.4	1Im
5	4	5.0	1Pd	19	47.4	1Pd	16	11	30.1	1Pd	22	3	13.1	1Pd	18	56.5	1Pd*
	4	29.0	10d	20	13.5	10d		11	58.1	10d		3	42.8	10d	19	27.5	10d*
	5	38.6	1Pf	21	22.3	1Pf		13	6.0	1Pf		4	49.7	1Pf	20	33.4	1Pf*
	5	44.4	10f	21	28.9	10f		13	13.4	10f		4	57.7	10f	20	41.9	10f*
	15	14.2	1Im	11	6	55.1	1Im	22	36.4	1Im	14	18.2	1Im	28	6	.5	1Im*
6	2	42.0	1Pd	18	24.5	1Pd	17	10	7.2	1Pd	23	1	50.3	1Pd	17	33.8	1Pd
	3	6.4	10d	18	50.9	10d		10	35.5	10d		2	20.2	10d	18	5.0	10d
	4	15.9	1Pf	19	59.6	1Pf		11	43.3	1Pf		3	27.0	1Pf	19	10.7	1Pf
	4	21.8	10f	20	6.3	10f		11	50.8	10f		3	35.1	10f	19	19.2	10f
	13	51.0	1Im	12	5	31.9	1Im	21	13.3	1Im	12	55.2	1Im	29	4	37.6	1Im
7	1	19.1	1Pd	17	1.6	1Pd	18	8	44.4	1Pd	24	0	27.5	1Pd	16	11.0	1Pd
	1	43.8	10d	17	28.4	10d		9	13.0	10d		0	57.7	10d	16	42.5	10d
	2	53.2	1Pf	18	36.9	1Pf		10	20.6	1Pf		2	4.3	1Pf	17	48.0	1Pf
	2	59.2	10f	18	43.7	10f		10	28.1	10f		2	12.4	10f	17	56.6	10f
	12	27.8	1Im	13	4	8.8	1Im	19	50.3	1Im	11	32.2	1Im	30	3	14.7	1Im
	23	56.1	1Pd	15	38.7	1Pd	19	7	21.6	1Pd	23	4.8	1Pd	14	48.3	1Pd	
8	0	21.3	10d	16	5.8	10d		7	50.4	10d	23	35.1	10d	15	20.0	10d	
	1	30.5	1Pf	17	14.1	1Pf		8	57.8	1Pf	25	0	41.6	1Pf	16	25.3	1Pf
	1	36.7	10f	17	21.2	10f		9	5.5	10f		0	49.8	10f	16	33.9	10f
	11	4.6	1Im	14	2	45.7	1Im	18	27.2	1Im	10	9.3	1Im	31	1	51.9	1Im
	22	33.2	1Pd	14	15.8	1Pd	20	5	58.7	1Pd	21	42.0	1Pd	13	25.6	1Pd	
	22	58.7	10d	14	43.2	10d		6	27.9	10d	22	12.6	10d	13	57.4	10d	
9	0	7.8	1Pf	15	51.4	1Pf		7	35.1	1Pf	23	18.8	1Pf	15	2.6	1Pf	
	0	14.1	10f	15	58.6	10f		7	42.9	10f	23	27.2	10f	15	11.2	10f	



18, rue Saint-Denis, 75001 Paris