

AVEC NOS ÉLÈVES

Le calendrier luni-solaire japonais

Sylvie Yamazaki-Dubois (ens. mathématiques), Jean Bazantay (ens. japonais)

Suite de l'article paru dans le « Cahiers Clairau » n°146.

Calendrier luni-solaire

On rappelle les avantages d'un calendrier basé sur les mouvements du Soleil (les saisons reviennent chaque année aux mêmes dates ce qui est très important pour les travaux des champs) et ceux d'un calendrier basé sur les mouvements de la Lune (les phases de la Lune sont aisément identifiables et pratiques pour se repérer dans les petites durées).

On s'interroge ensuite sur les difficultés à élaborer un calendrier réunissant les deux.

Le problème du calendrier luni-solaire

Durée de l'année solaire (tropicque) : 365,24 jours

Durée d'un mois lunaire ou lunaison : 29,53 jours

$$365,24 / 29,53 = 12,368$$

Il y a donc 12,368 lunaisons dans une année solaire.

29,53 étant encadré par les entiers 29 et 30, on peut penser à alterner des mois lunaires de 29 et 30 jours. On décide qu'une année (lunaire) sera composée de 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours alternés.

$12 \times 29,5 = 354$ Une telle année contiendra 354 jours.

$$365 - 354 = 11 \text{ Il manquera 11 jours}$$

Au bout de 2 ou 3 années lunaires il faudra rajouter un mois pour rattraper l'année solaire.

Nous allons voir comment ce mois supplémentaire est intercalé dans le calendrier traditionnel japonais.

Calendrier japonais

Une année comporte 12 ou quelquefois 13 mois lunaires qui commencent toujours à la nouvelle Lune (notée NL).

L'année solaire est divisée en 12 sections d'égales durées dont les dates de commencement (appelées *chûki*). figurent dans le tableau de la page suivante Ces dates correspondent à des positions de la Terre

sur son orbite autour du Soleil, elles ont donc des dates fixes (à un jour près) dans le calendrier grégorien.

$365,24 / 12 = 30,4$ une période de 30,4 jours sépare donc deux *chûki* :

Détermination du début de l'année

1. On inscrit les noms et dates des *chûki* (en vert).

2. On reporte les dates des nouvelles Lunes (NL) de 2012 en les intercalant entre les dates des *chûki* (en rouge).

3. En tenant compte des règles énoncées plus haut, on numérote les mois en commençant par le numéro 11 qui contient le solstice d'hiver et en remontant l'année.

On constate alors qu'entre le 21 mai et le 20 juin il n'y a pas de *chûki*. Il s'agit donc d'un mois intercalaire et il portera le numéro 4 bis.

Le mois numéro 12 (en fait le 13^e mois de l'année) s'étendra du 12 jan au 10 fév 2013 et l'année suivante débutera ce 10 fév.

4. On recommence pour l'année 2013.

Remarques :

Il existe une autre règle, qui ne tient pas compte des heures, selon laquelle lorsque la nouvelle Lune et le *chûki* se produisent le même jour, on considère que la nouvelle Lune se produit avant.

Dans ce cas, pour 2012, le mois bis se trouve entre le 21 avril et le 21 mai et porte donc le numéro 3 bis. Le mois 4 s'étend du 21 mai au 20 juin. Le reste ne change pas.

Le calendrier chinois suit les mêmes règles mais l'heure japonaise n'étant pas l'heure de la Chine il peut y avoir aussi une différence sur le mois bis.

SOLEIL ET CHUKI 中気			LUNE ET MOIS 月			
Nom en français	Nom en japonais	Date	NL en 2012	n° du mois	NL en 2013	n° du mois
Grands froids	大寒 daïkan	20 jan	.....23 jan	.....	.....12 jan	.....
				1	.....10 fev	.....
Pluies	雨水 usui	19 fév	.....22 fév	.....		1
				2	.....11 mars	.....
Équinoxe de printemps	春分 shunbun	21 mars	.....22 mars	.....		2
				3	.....10 avr	.....
Pluie de grains	穀雨 kokuu	20 avr	.....21 avr	.....		3
				4	.....10 mai	.....
Petite abondance		21 mai 0h16*	.21 mai 8h47*	.....		4
				4 bis	.....8 juin	.....
Solstice d'été	小満 shôman	21 juin	.....20juin	.....		5
				5	.....8 juil	.....
Grandes chaleurs	夏至 geshi	23 juillet	.....19 juillet	.....		6
				6	.....6 août	.....
Fin des chaleurs	大暑 taisho	23 août	.....18 août	.....		7
				7	.....5 sep	.....
	処暑 shosho	23 sep	.....16 sep	.....		8
Équinoxe d'automne				8	.....5 oct	.....
				.....		9
Arrivée du givre	秋分 shûbun	23 oct	.....15 oct	.....		9
				9	.....3 nov	.....
Petite neige			.....14 nov	.....		10
	霜降 sôkô	22 nov		10	.....3 dec	.....
			.....13 déc	.....		.....
Solstice d'hiver	小雪 shôsetsu	22 déc		11		11
	冬至 tôji					

* heure locale au Japon

Décalage des célébrations

En 2012, la nouvelle année commence le 23 janvier et en 2013, le 10 février. Le *risshun*, début du printemps (voir Partie 1) est le 4 février. Cela explique la salutation de nouvel an 迎春 (*Geishun*) qui célèbre l'arrivée du printemps. Cette salutation est encore employée de nos jours mais au 1^{er} janvier donc loin du printemps.

Les *sekku* sont les fêtes traditionnelles japonaises. Il y en a cinq.

Au moment de l'adoption du calendrier grégorien, les Japonais ont cependant choisi de continuer de les célébrer aux mêmes dates (numéro du mois, jour du mois) car les chiffres 3, 5 et 7 sont considérés comme fastes.

Nom	Date calendrier traditionnel	Correspondance théorique dans le calendrier occidental 2013	Coutume
七草 <i>Nanakusa</i> (sept herbes)	le 7 du 1 ^{er} mois	16 février	Fin des cérémonies du nouvel an. On mange une soupe composée de sept plantes
桃の節句 <i>Momo no sekku</i> (fête des pêcheurs) ou ひな祭り <i>Hinamatsuri</i>	le 3 du 3 ^e mois	12 avril	Fête des filles : on expose des poupées représentant la cour impériale de l'époque Heian.
端午の節句 <i>Tango no sekku</i>	le 5 du 5 ^e mois	13 juin	Fête des garçons : on accroche des carpes en tissus à un mât dans le jardin.
七夕 <i>Tanabata</i>	le 7 du 7 ^e mois	13 août	
菊の節句 <i>Kiku no sekku</i> (fête des chrysanthèmes)	le 9 du 9 ^e mois	13 octobre	

La célébration de ces fêtes s'effectue donc en avance par rapport à l'ancien calendrier et les conditions climatiques ne sont donc pas les mêmes qu'autrefois. Les pêcheurs ne sont pas fleuris le 3 mars pas plus que les chrysanthèmes le 9 septembre.

Le *Tanabata* est la fête des étoiles. Elle célèbre la rencontre de la princesse *Orihime* (étoile Véga) avec son amoureux le bouvier *Hikoboshi* (Altaïr) qui ne peut avoir lieu qu'une fois par an car ils sont

séparés le reste de l'année par la *rivière du ciel* (la voie lactée).

Par contre, pour la contemplation de la Lune du 15 du 8^e mois, il n'a pas été possible de la transposer au 15 août car il est impératif que ce soit une pleine Lune et d'autre part le plein été, chaud et humide donc avec un ciel souvent nuageux, n'est pas propice à l'observation de la Lune.

On peut noter également un décalage beaucoup plus ancien dans le nom des *chuki* eux-mêmes car ceux-ci ont été importés de Chine. Ces divisions climatiques établies en Chine du nord ne correspondent pas strictement aux réalités japonaises. Ceci a suscité certains proverbes humoristiques comme « la neige du petit froid fond au grand froid » ; la saison des pluies qui n'existe pas en Chine du nord retarde le début des grosses chaleurs.



Le décompte des heures, des jours et des années

Le décompte des heures et des années se fait suivant un cycle sexagésimal.

Le cycle sexagésimal

Les cinq éléments

Les anciens chinois pensaient que l'univers était le fruit de la combinaison de cinq éléments (dans cet ordre) : le bois (木 *ki*), le feu (火 *hi*), la terre (土 *tsuchi*), le métal (金 *ka*) et l'eau (水 *mizu*).

Les dix tiges célestes

Ces cinq éléments, dédoublés en aîné (兄, *e*) et cadet (弟, *to*), donnent naissance à dix tiges célestes qui sont utilisées pour compter les jours par cycles de dix (décades) :

1^{er} jour : aîné du bois, 2^{ème} jour : cadet du bois, 3^{ème} jour : aîné du feu, etc.

Le mois lunaire comporte trois décades.

Les douze branches terrestres

Les douze branches terrestres (十二支) correspondent aux douze animaux utilisés dans le zodiaque chinois. À l'origine, elles étaient utilisées pour

compter les mois de l'année. Aujourd'hui, elles servent surtout à désigner les années : rat (子 *ne*), bœuf (丑 *ushi*), tigre (寅 *tora*), lièvre (卯 *u*), dragon (辰 *tatsu*), serpent (巳 *mi*), cheval (午 *uma*), bélier (未 *hitsuji*), singe (申 *saru*), coq (酉 *tori*), chien (戌 *inu*) et sanglier (亥 *i*).

Ce cycle sexagésimal sert à compter les années et les jours par groupes de 60. Il est obtenu par combinaison des 10 tiges célestes et des 12 branches terrestres.

	rat	bœuf	tigre	lièvre	dragon	serpent	cheval	bélier	singe	coq	chien	sanglier
aîné du bois	0		50		40		30		20		10	
cadet du bois		1		51		41		31		21		11
aîné du feu	12		2		52		42		32		22	
cadet du feu		13		3		53		43		33		23
aîné de la terre	24		14		4		54		44		34	
cadet de la terre		25		15		5		55		45		35
aîné du métal	36		26		16		6		56		46	
cadet du métal		37		27		17		7		57		47
aîné de l'eau	48		38		28		18		8		58	
cadet de l'eau		49		39		29		19		9		59

Les heures

Les douze branches terrestres furent également utilisées à partir du IX^e siècle pour indiquer les heures. La journée était divisée en 12 périodes, *toki* (時) d'une durée de deux heures chacune. Un *toki* était ensuite divisé en 4 parties égales. Il n'existait pas de plus petite subdivision du temps.

Le système des heures de durée fixe (fin du VII^e siècle ~ fin du XII^e siècle)

Ce système fut copié sur le modèle chinois. La journée était divisée en 12 périodes de deux heures mesurées à l'aide d'une clepsydre (horloge à eau). À chacune d'entre elle, on avait attribué une branche terrestre dans leur succession habituelle. On les nommait respectivement heure du rat, heure du bœuf, heure du tigre etc.

Le système des heures de durée variable (XIII^e siècle ~ fin XIX^e)

En prenant comme repères le lever et le coucher du Soleil, on distinguait tout au long de l'année six périodes dans la journée et six autres dans la nuit. En conséquence, la durée d'une période variait suivant les saisons. À l'époque d'Edo, on modifiait les horloges à chaque *sekki*. Le mouvement apparent du Soleil sur l'écliptique en une année est divisé en 24 sections d'égale durée, les dates de début de ces sections sont les *sekki* (節氣). Les 12 *chûki* qui nous ont servi à établir le calendrier en font partie.

Ainsi au solstice d'hiver, une période durait 1 h 48 min pendant la journée et 2 h 12 min pendant la nuit. Au solstice d'été, 2 h 36 min pendant la journée et 1 h 21 min pendant la nuit.

Les heures étaient indiquées à la population au son de cloches ou de tambours. Pour cette raison, le nombre de coups de cloche en vint à désigner l'heure : 9 coups pour midi et minuit, huit pour la deuxième heure du matin ou de l'après-midi, 7 pour la deuxième et ainsi de suite.

En 1886, ce système fut remplacé par celui que nous connaissons aujourd'hui.

La semaine

Au IX^e siècle est apparu un regroupement des jours en semaines de 7 jours dont les noms sont reliés aux sept corps du système solaire connus à l'époque. Ce système perdure, la semaine au Japon commence le dimanche.

jour		Corps du système solaire	
dimanche	日曜日 <i>nichiyôbi</i>	Soleil	日 <i>hi</i> , <i>nichi</i>
lundi	月曜日 <i>getsuyôbi</i>	Lune	月 <i>tsuki</i>
mardi	火曜日 <i>kayôbi</i>	Mars	火星 <i>kasei</i>
mercredi	水曜日 <i>suiyôbi</i>	Mercure	水星 <i>susei</i>
jeudi	木曜日 <i>mokuyôbi</i>	Jupiter	木星 <i>mokusei</i>
vendredi	金曜日 <i>kinyôbi</i>	Vénus	金星 <i>kinsei</i>
samedi	土曜日 <i>doyôbi</i>	Saturne	土星 <i>dosei</i>

Les ères

Le système des cycles de soixante années est insuffisant pour établir une chronologie. Les années sont regroupées en ères et, depuis l'arrivée au pouvoir de l'empereur Meiji (1867), la durée d'une ère correspond à la durée du règne d'un empereur (autrefois, le nom de l'ère pouvait changer plusieurs fois sous le règne d'un même empereur). À sa mort, on désigne l'empereur par le nom de l'ère durant laquelle il a régné. Ce système est encore couramment utilisé dans l'administration. Au Japon, pour remplir un formulaire il vaut mieux connaître sa date de naissance dans cette chronologie !

L'ère actuelle s'appelle *Heisei* (平成) qui signifie la paix accomplie, elle a débuté le 8 janvier 1989 au lendemain de la mort de l'empereur *Showa* (昭和). L'année 1989 porte donc deux numéros. Du 1^{er} au 7 jan, il s'agit de la 64^e année de l'ère *Showa* et du 8 jan au 31 déc, il s'agit de l'année 1 de *Heisei*.

L'année 2014 est *Heisei* 26 (平成 26 年)

Les élèves recherchent les dates de début et de fin des ères précédentes (*Showa*, *Taisho* et *Meiji*) et résolvent de petits problèmes comme par exemple :

1. Trouvez une formule mathématique simple pour convertir les années japonaises de l'ère actuelle en années occidentales.
2. Retrouvez votre année de naissance dans le calendrier japonais.
3. Junko avait 10 ans en 1945. En quelle année est-elle née ?
4. Eiji a fêté ses 100 ans en 2010. En quelle année du calendrier japonais est-il né ?

Calcul de la durée du jour à Tokyo et à Paris au solstice d'été

Les élèves qui, pour beaucoup d'entre eux, font un séjour en France fin juin à la fin de l'année scolaire sont souvent étonnés de la différence des heures de tombée de la nuit entre la France et le Japon. La nuit tombe beaucoup plus tard en France à cette époque. Nous allons donc constater l'influence de la latitude sur la durée du jour. Cette activité est inspirée d'une activité du CLEA parue il y a quelques années dans les Cahiers Clairaut.

On essaie d'abord de se repérer sur la figure 1 dont seule une trame incomplète a été distribuée. On y inscrit les noms *équateur*, *tropique du cancer*, *pôles Nord et Sud*. On y fait figurer les rayons du Soleil et on schématise la partie dans l'ombre. Le point V figure une ville qui sera par la suite Tokyo puis Paris et en vert est représenté le parallèle passant par cette ville.

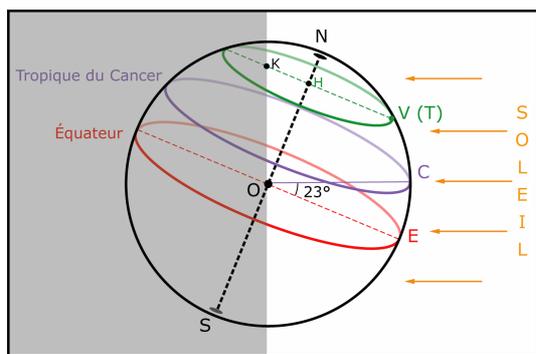


Fig.1. vue d'ensemble.

À Tokyo

Sur la figure 2 on retrouve les éléments de la figure 1 et on marque les angles droits : NOE, THO, COK. On recherche les données : L'angle EOT est la latitude de Tokyo soit 36° .

$OE = OT = ON =$ rayon de la Terre = 6 371 km.

Exercice.

1. Quelle est la mesure de l'angle OTH ? Justifier. Calculer HT et OH.
2. Expliquer pourquoi les angles EOC et HOK ont même mesure. Calculer OK puis KH.

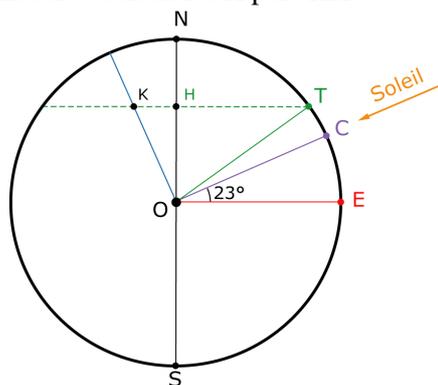


Fig.2. coupe dans le plan méridien de Tokyo.

Les élèves de 4ème disposent en mathématiques des outils cosinus (mais pas le sinus), théorème de Pythagore et égalité des angles alternes internes.

Les angles EOT et OTH sont égaux donc $OTH = 36^\circ$

Avec le triangle OTH rectangle en H on obtient $HT = 6371 \cos 36^\circ$ soit $HT = 5154$ km.

Les élèves peuvent calculer OH avec le cosinus de TOH ou le théorème de Pythagore. $OH = 3745$ km.

Les angles EOC et HOK ont comme complémentaire l'angle COH, donc

$EOC = HOK = 23^\circ$.

Comme précédemment, le triangle OHK permet d'établir : $OK = 4068$ km et $KH = 1589$ km.

Sur une coupe suivant le parallèle de Tokyo, figure 3, on retrouve les points H et K précédents. On va chercher le rapport entre la longueur de l'arc RU et la circonférence du cercle pour évaluer la durée de la nuit à Tokyo.

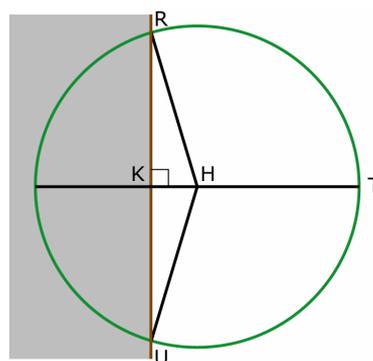


Fig.3. coupe suivant le plan parallèle de Tokyo.

Exercice :

1. Combien mesure HR ? Calculer les angles KHR et RHU.
2. Calculer le rapport entre la longueur de l'arc RU et la circonférence C du cercle. En déduire la durée de la nuit (c'est à dire le temps qui s'écoule entre le coucher du Soleil et son lever) et la durée du jour à Tokyo au solstice d'été.

Réponses :

1. $HR = HT = 5154$ km. $\cos KHR = KH / HR = 1589/5154$ donc $KHR = 72^\circ$ et $RHU = 144^\circ$.

2. $RU/C = 144/360 = 2/5$. Les $2/5$ de 24 h font 9,6 h soit 9 h 36 min.

Durée du jour : 14 h 24 min durée de la nuit : 9 h 36 min

En réalité il fait jour bien avant que le Soleil n'apparaisse au-dessus de l'horizon (aube) et après qu'il s'est couché (crépuscule). Ceci est dû à l'atmosphère qui diffuse la lumière du Soleil. Le jour nous semble donc plus long et la nuit plus courte que ce que nous avons calculé.

On vérifie avec les heures de lever et de coucher de Soleil données par un calendrier :

lever : 4 h 27 coucher : 18 h 5 9 soit une durée du jour de 14 h 32 min.

À Paris

On refait les mêmes calculs pour Paris, latitude 48° .

On trouve : durée du jour : 15 h 43min durée de la nuit : 8 h 16 min

D'après le calendrier : durée du jour : 16 h 07 min

La différence de durée du jour calculée entre Tokyo et Paris (moins de deux heures) est moins importante que ce que l'on constate. En effet fin juin il fait nuit peu après 19 h à Tokyo et vers 23 h à Paris. Il faut aussi faire intervenir les heures légales. En France en été l'heure légale est décalée de deux heures environ sur l'heure solaire alors qu'au Japon, l'heure légale est l'heure solaire d'un méridien proche de Tokyo. Autre différence : le crépuscule est moins long à Tokyo qu'à Paris. ■