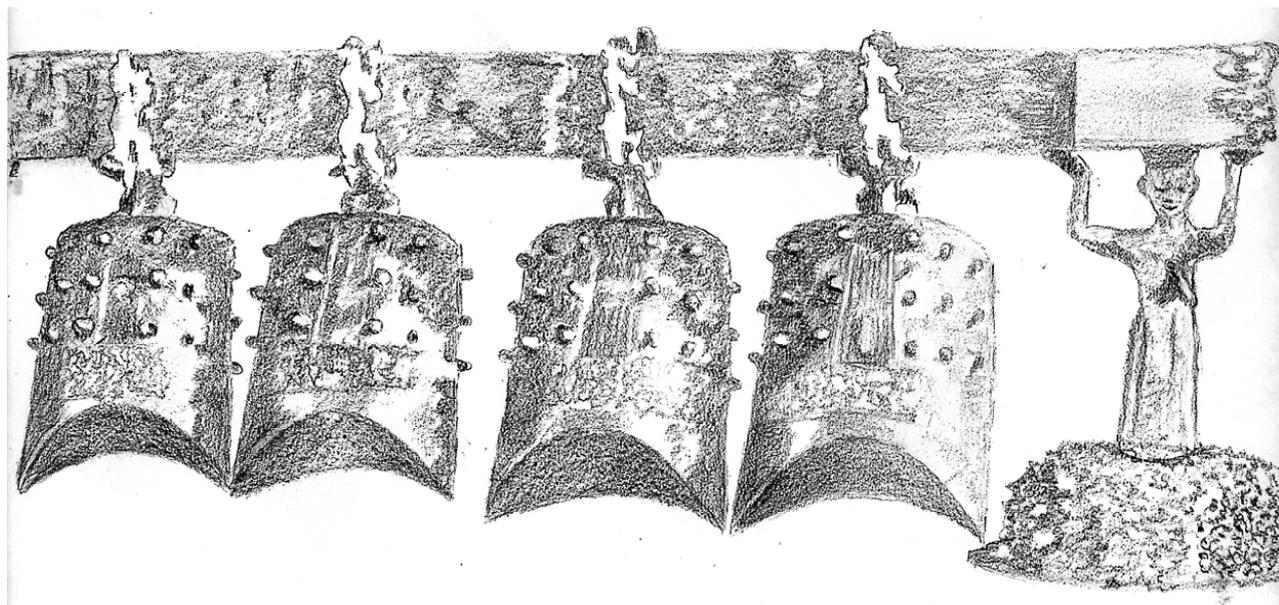


編 鐘

François PICARD

SUR L'ACCORD DE QUELQUES JEUX
DE PHONOLITHES ET DE CLOCHES
DE LA CHINE ANCIENNE



Initialement paru dans
GAM, Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale n°114 juin 1986
Université Paris VI - tour 66 - place Jussieu - Paris 5^e
Traduit et diffusé "à usage interne" par l'Institut de Recherches Musicales
de Pékin.

Révision avril 2002 / septembre 2008.

G. A. M.
LABORATOIRE D'ACOUSTIQUE
UNIVERSITÉ PARIS VI
Tour 66 — 5e étage
Place Jussieu — 75005 Paris

Paris, le 20 juin 1986

119e réunion du G.A.M.

SUR L'ACCORD DE QUELQUES JEUX
DE PHONOLITHES ET DE CLOCHES
DE LA CHINE ANCIENNE

par François Picard

Étaient présents :

M. le Prof. SIESTRUNCK, Président
Mlle CASTELLENGO, Secrétaire générale

puis par ordre d'arrivée :

Ch. BESNAINOU (Ing. CNRS) ; Cl. VALETTE (Charg. Rech. CNRS) ; X. BOUTILLON (Charg. Rech. CNRS) ; CHENG Shui-Cheng (Ing. . CNRS) ; H. GENEVOIS (Ing. Ministère de la Culture) ; M. FISCHETTI (Thèse IRCAM) ; R. RAGOT (Charg. Rech. CNRS) ; P. LIÉNARD (GALF) ; E. CHUILON (Compositeur) ; Ph. MATHERAT (Chercheur Inforamticien) ; M. CAUSSE (Chercheur IRCAM) ; A. COUILLAUD (Étudiantes Paris VI) ; J. DARNIS (Technicien INA GRM) ; K.-J. DUPARC ; A. TAMBA (CNRS) ; Chr. d'ALLESSANDRO (Chercheur PG) ; Lucie RAULT (Ethnomus. Musée de l'Homme) :

Excusés :

G. BOUCHET ; S.A. PACCARD ; M. BRUNEAU ; R. BUTY ; M. PHILIPPOT ; L. THEVET ; M. DORGEVILLE ; J. CERDOS ; S. HUE ; M. JOUBERT ; R. CONDAMINES ; P. BILLAUD ; Y. GÉRARD ; Mme Fr. STRAUS ; J. Richer ; Dr. Fr. KADRI ; M. JOSSERAND ; M. BANCQUART ; M. BAERD ; M. SABAN ; M. STIBLER ; A.-M. LOUIS.

Directeur de la Publication : M. le Professeur R. SIESTRUNCK

N° Inscription à la Commission Paritaire : N° 819 ADEP

Impression [originale] : Laboratoire de Mécanique Physique, 2, place de la Gare de Ceinture, 78210
— SAINT-CYR-L'ÉCOLE

Diffusion du bulletin G.A.M. : s'adresser au Laboratoire d'Acoustique

« pource qu'alors je désirais vaquer seulement à la recherche de la vérité, je pensai qu'il fallait (...) que je rejetasse comme absolument faux, tout ce en quoi je pourrais imaginer le moindre doute afin de voir s'il ne resterait point après cela quelque chose en ma créance qui fût entièrement indubitable »

René DESCARTES

Tous mes remerciements à Jean-Lux LEBATTEUX, Hugues GENEVOIS, Makis SOLOMOS, Alain DESJACQUES, Sabine TRÉBINJAC

à TRAN Van Khê et Iannis XENAKIS, et à Michèle CASTELLENGO

à Amine BEYHOM pour sa relecture

PAO et dessin de couverture: Chantal RADER

Calligraphie 'bianzhong': Claire ILLOUZ

manche *yong* 甬

collier *gan* 幹

anneau *xuan* 旋

plateau supérieur *wu* 舞

têton *mei* 枚

décor *zhuan* 篆

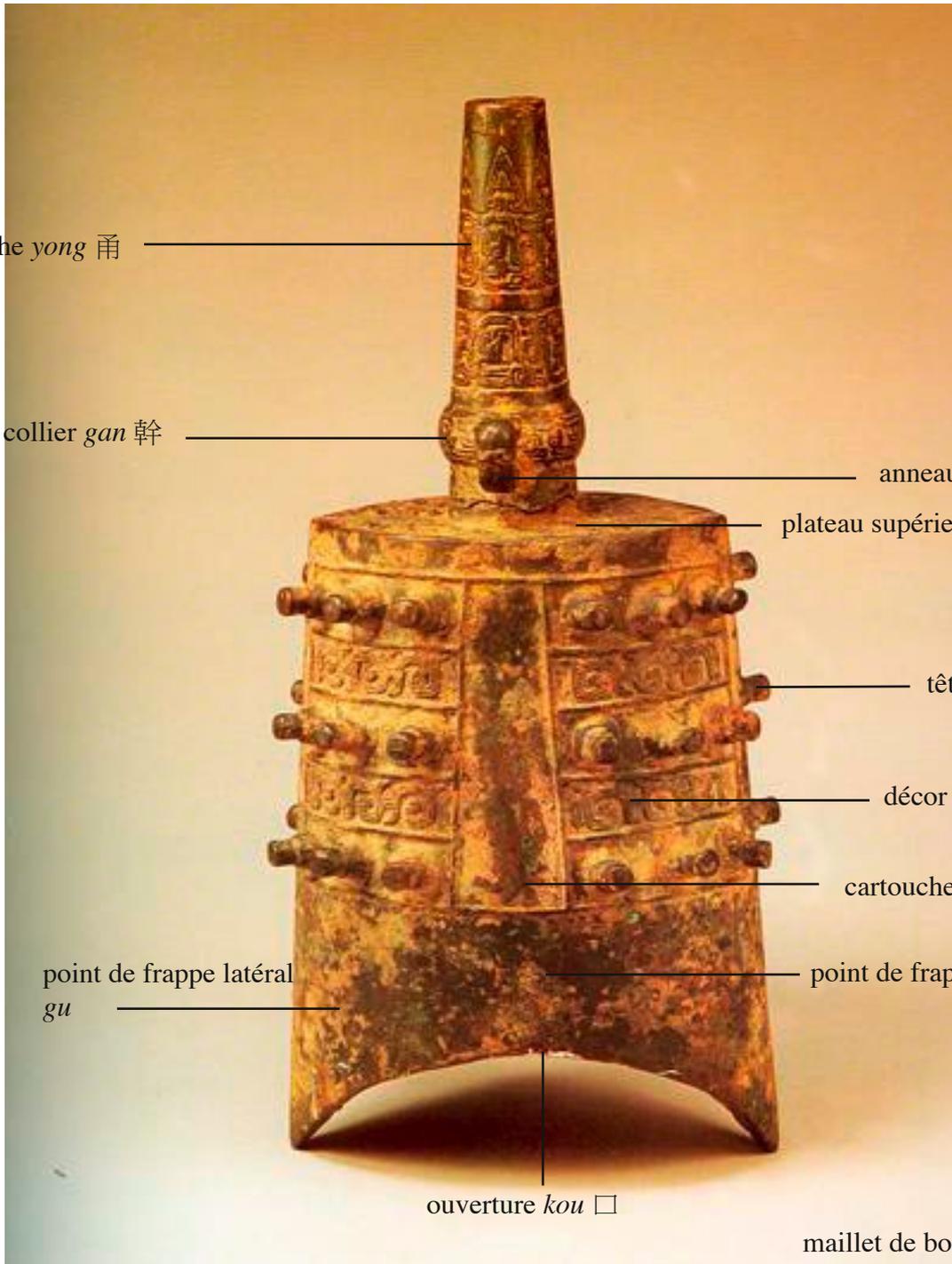
cartouche *zheng* 正

point de frappe latéral
gu

point de frappe central
sui 隨

ouverture *kou* 口

maillet de bois *chui* 槌



cloche *yongzhong* 甬鐘, voir
<http://baike.baidu.com/view/703424.htm>

LOCALISATION DES CARILLONS SUIVANT LES ÉPOQUES

RÉGIONS	Périodes Localité	Zhou	Chunqiu	Chunqiu	Zhanguo
SHAANXI		I3			
		I3			
		I1			
		I1			
		I1			
		I110			
		I2			
		I1			
		I8 I9			
		I21			
HENAN	Xiasi		I13		
	Xichan		I5		
	Xinyang		I1 N9		
SHANXI				N13	
				N9	
				I8 N9	
				I9 N9	
					I2 N3
					N
					I5 N9
SHANDONG				N9	
				N9	
				N9	
					N5
					N17
ANHUI	marquis de Cai			I12 N9	
					N3
					N17
JIANGSU				N9	
				N7	
					N3
					N17
JIANGXI		I2			N1
HUBEI	Suixian				I43 N19
HUNAN		I1			
					I1
SICHUAN					N14
					I1
GUANGDONG				I6	
				I5	
				I7	
GUANGXI				I2	

d'après Ma Chengyuan 1981: 143

I : Cloches *yong* à manche

N : Cloches *niu* à anneau

Convention

Nous appellerons «proportions simples» les intervalles déterminés par les rapports suivants, dont nous donnons la valeur exprimés en cents (1 ton = 200 cents)

$$\overline{f_1 f_2} = 3986,3137 \log f_2/f_1$$

2	seconde majeure	$\frac{9}{8}$	204
3m	tierce mineure	$\frac{6}{5}$	316
3n	tierce neutre	$\sqrt{\frac{3}{2}}$	351
3M	tierce majeure	$\frac{5}{4}$	386
4	quarte	$\frac{4}{3}$	498
5	quinte	$\frac{3}{2}$	702
6m	sixte mineure	$\frac{8}{5}$	813
6M	sixte majeure	$\frac{5}{3}$	884
7m	septième mineure	$\frac{9}{5}$	1018
8	octave	$\frac{2}{1}$	1200

$$La_3 = A_4 = 440 \text{ Hz}$$

Nous considérerons comme juste un système où l'accordage entre deux notes se fait avec une précision d'un demi-coma, soit douze cents, en plus ou en moins.

Nous considérons qu'un système d'explication, sans être nécessairement plus «vrai», est meilleur s'il explique plus de choses avec une meilleure précision.

Nous avons adopté la transcription officielle *pinyin* à l'exception des références qui sont conservées telles qu'imprimées.

Sauf dans le titre, nous avons préféré le terme "accordage" (*tuning*) à celui d'"accord" (*chord*) quand il désigne non une consonance, mais le résultat d'un processus.

La musique chinoise jusqu'à notre ère

La connaissance de la musique chinoise en France s'est longtemps appuyée sur des sources indirectes et littéraires, qui se réduisent pratiquement à deux : le *Liji* ou *Mémorial des Rites*, attribué traditionnellement à Confucius ; le *Shiji* de Sima Qian.

De plus, ces sources sont généralement lues à travers les commentaires des musicologues chinois, tout particulièrement du prince Zhu Zaiyu (XV^e siècle). Cette tradition théorique n'est pas propre à la France ; elle est même le bagage ordinaire des praticiens de la musique chinoise, et son aspect philosophico-esthétique a été largement diffusé en Occident comme en Chine même.

Le premier problème théorique surgit devant l'incapacité de cette Vulgate à rendre compte de la pratique réelle des interprètes actuels comme à élucider les textes anciens. Le plus sage est alors de retourner aux sources, en commençant par les plus anciennes pour établir les différentes strates qui ont composé ce qu'on nomme de façon trop générale "musique chinoise" et qui recouvre des époques, des genres, des styles différents tant quant aux principes esthétiques qu'aux instruments utilisés. On espère arriver ainsi non seulement à une histoire de la musique chinoise mais à une histoire de la théorie chinoise de la musique : non seulement ce que les gens ont fait, mais ce qu'ils pensaient faire.

Au-delà des travaux d'Amiot, de Courant ou de Granet, le premier progrès a été l'élargissement à d'autres textes* ; c'est le travail de Walter Kauffmann, 1976, qui utilise généralement le *Shi jing* et le *Shu jing*, tout comme Eta Harich-Schneider, 1955 ; c'est le *Huainan zi* relu par Louis Laloy, 1944, par B.E Wallaker, 1962 ; c'est le *Guo yu* relu par James Hart, 1970.

La paléographie moderne a largement renouvelé et surtout précisé notre connaissance des périodes pré-impériales, en nous donnant accès à des inscriptions sinon des textes authentiques. Les inscriptions sur os et carapaces de tortues sont ainsi recueillies et analysées dans les travaux de Gibson 1937, et récemment de Tong Kin-woon, 1983.

Enfin l'archéologie vint et nous fit découvrir les trésors d'instruments enfouis dans les tombes dont certains, intacts, permettent d'entendre les sons mêmes qu'ont cherché à produire les facteurs d'il y a quelque 2 500 ans**. Comme si ce miracle n'était déjà pas suffisant, il a été découvert des jeux de cloches de bronze accordées sur les flancs desquelles sont gravés les noms des notes qu'elles produisent ainsi que leurs relations aux principaux degrés des échelles.

Si Li Chunyi, 1957, fit figure de pionnier, Ma Chengyuan, 1981, et Huang Xiangpeng, 1979, ont effectué la grande percée d'une analyse scientifique, maintenant relayés par Hua Jueming et Jia Yunfu, 1981 et 1982, qui leur ont assuré une audience internationale.

* Picard 1996.

** dans le CD-ROM Falkenhausen 2000.



décor d'un vase de bronze découvert à Baihua tan 百花潭, Chengdu, Sichuan

LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE DE LA CHINE PRÉ-IMPÉRIALE

Les cultures néolithiques de Xia (-XXI^e -XVI^e siècles) nous ont livré, outre des sifflets d'os ou d'argile et des flûtes globulaires d'argile, une cloche d'argile sans battant.

A travers les inscriptions divinatoires des Shang (-1766 à -1123) nous relevons l'existence de tambours frappés à main nue *zhou*, de tambours frappés à l'aide de baguettes *gu*, de phonolithes *qing*, de cloches frappées extérieurement *shang* ainsi que d'un instrument polycalame sur lequel nous aurons à revenir, le *yue* ou *he*, flûte ou instrument à anches, et enfin d'une flûte verticale *yan*. La période Zhou (-1075 à - 771), les Printemps et Automnes (Chunqiu) puis les Royaumes Combattants (Zhanguo, - 475 à - 221) sont maintenant beaucoup mieux connus, surtout bien sûr en ce qui concerne la musique de cour qu'elle soit de danse, de rituel ou de banquet. Les instruments attestés dans les ouvrages et dans les tombes comprennent maintenant des cithares à cordes de soie *qin* et *se*, des orgues à bouches *sheng* ; certains instruments mentionnés n'ont pas encore clairement été identifiés : la flûte *chi*, le tuyau (à anche ?) *guan* ainsi que le *huang* : désignant maintenant la languette de l'orgue à bouche, il désigne alors un instrument frappé qui ne serait autre que la guimbarde (Li Chunyi, 1981).

Il y a à ces époques des danseurs professionnels et amateurs, des musiciens de rue, généralement des hommes aveugles, et des musiciens d'intérieur, généralement des femmes. Le rituel des Zhou (*Zhou li*) mentionne des fonctionnaires de la cour préposés à la justesse des instruments et répartis en officiers des cloches *zhongren* et *boshi* et officiers des orgues à bouches *shengshi* (voir Vandermeersch 1980: 425-429).

Des impressions sur poteries de l'époque des Royaumes Combattants viennent très opportunément nous montrer les conditions de jeu de la musique de banquet in-situ : carillons de cloches et de pierres frappées à l'aide de maillets, danses avec arcs, tambours (figure page précédente).

Un premier travail de reconstitution a été effectué par l'ensemble de danses et de chants de la province du Hubei sous la direction du professeur Yang Kuanming. Ce travail, qui a débouché sur des séries de représentation, des enregistrements en cassettes, des articles, n'a cependant pas été achevé suivant les critères musicologiques en vigueur en Europe, puisqu'en Chine «l'art doit évoluer avec la vie pour répondre aux goûts esthétiques d'un public qui change.» (Cheng Yun, 1985).

L'ART DU BRONZE ET LES CLOCHES

L'Âge du Bronze débute en Chine avec la culture d'Erlitou, dans une société fortement hiérarchisée connaissant le commerce mais non la monnaie, morcelée en potentats liés entre eux par des systèmes de guerres et d'échanges au premier rang desquels nous trouvons les vases et les carillons. Le pouvoir échappe déjà à l'autorité religieuse et se caractérise par son ritualisme c'est-à-dire par son attachement aux formes et à leur organisation.

La fonte de bronze, qui contenait généralement 75 à 78 % de cuivre, 8 à 15 % d'étain et 4 à 14 % de plomb, était effectuée dans des fours de diamètres de 40 à 80 cm chauffés au charbon. Les vases et les cloches étaient fondus dans des moules d'argile sculptés de 1,5 cm d'épaisseur composés de l'assemblage de multiples sections (jusqu'à 137) cuites et assemblées par tenons et mortaises. Le modèle sur lequel avait été sculpté en négatif le moule servait alors de noyau avec l'insertion de cales d'épaisseur.

La présence de plomb en phase indépendante assurait la fluidité du coulage puis, en faisant varier le module d'élasticité, accélérât la décroissance du son. Les ingénieurs chinois de l'Institut d'Histoire des Sciences de Pékin et de l'Institut Industriel de Wuhan ont reconstitué ce processus et déduit une formule de fréquence «exacte à 10 %» que je livre sans garantie :

$$f = k \cdot \frac{D}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{E}{P(1-\delta^2)}}$$

f = fréquence

k = constante

D = épaisseur de la paroi

L = longueur du corps (sans le manche ou l'anneau)

E = module d'élasticité

P = densité

δ = coefficient de Poisson

Ceci qui signifierait qu'entre deux cloches de même composition la fréquence serait proportionnelle à l'épaisseur et inversement proportionnelle au carré de la hauteur (Hua Jueming et Jia Yunfu, 1982).

L'accordage après refroidissement et démoulage était réalisé par abrasion de la partie intene, ce dont les cloches portent le témoignage visible.

On distingue les cloches à main *duo*, les cloches renversées sans battant *nao*, les cloches à bord plat *bo* et *chun*, les cloches avec battant *ling* et enfin celles qui vont nous occuper : les cloches suspendues sans battant *zhong*, suspendues par une tige *yong* ou par un anneau *niu*. La forme elliptique de ces dernières leur permettrait, en ayant un son à décroissance plus rapide, d'être arrangées en carillons *bianzhong*.

On notera que les célèbres cloches de temples telles que celles visibles aujourd'hui à Pékin sont d'époques bien postérieures.

LES CLOCHES À DOUBLE NOTE

La principale particularité acoustique des cloches de section elliptique *nao* et *zhong* est de pouvoir à volonté faire entendre deux notes différentes en frappant soit au centre de la partie convexe, soit au quart. Cette particularité a été très tôt exploitée, comme en témoignent les flancs mêmes des cloches du marquis Yi de Zeng. Ces deux points sont nommés *sui* et *gu*. Puis cette pratique s'est perdue, à partir semble-t-il de l'époque impériale, et n'a été redécouverte et analysée que récemment*, mais magistralement, par Ma Chengyuan, 1981, du Musée de Shanghai, auquel nous devons l'essentiel de ce qui suit :

* C'est en fait Huang Xiangpeng, qui devait plus tard devenir le directeur de l'Institut de Recherches Musicales, qui le premier formula, dès les années 1975, l'hypothèse que les cloches étaient conçues pour émettre deux sons distincts. Se trouvant en contradiction avec son maître Yang Yinliu, il ne put publier avant que la découverte des inscriptions sur les cloches du carillon de marquis Yi de Zeng lui donne raison (communication personnelle, Pékin, septembre 1986).

Composantes partielles

Cloche *nao* des Shang

<i>sui</i>	<i>gu</i>	A	B	C	D
997 Hz	1118 Hz	2701 Hz	2950 Hz	4580 Hz	
0 c	198 c	1725 c	1878 c	2640 c	

Cloche *nao* des Shang

768 Hz	867 Hz	2083 Hz	2183 Hz	3279 Hz
0 c	210 c			

Cloche *zhong* des Zhou Orientaux

358 Hz	444 Hz	1004 Hz	1124 Hz	1785 Hz	2694 Hz
0 c	210 c				

Cloche *zhong* des Royaumes combattants

865 Hz	1045 Hz	2304 Hz	2515 Hz	3180 Hz
0 c	327 c	1696 c	1927 c	2254 c

Chacune de ces fréquences correspond à un mode vibratoire particulier, soit en parabole, soit en ovale ; l'analyse du *sui* et du *gu* de quatre-vingt-huit cloches fait ressortir la prépondérance progressive de l'intervalle de tierce mineure :

	2m	2M	3m	3M	4	4M	6m
Shang	1	4		2			1
Zhou		3	2	2		1	
Zhou	1	5	14	5	1		
Chunqiu	2	1	11	5	3		
Zhanguo	4	4	8	4	3	1	

Ce tableau indique pour chaque époque le nombre de fois qu'un intervalle apparaît parmi les cloches testées. En le rapprochant des mesures publiées par Jiang Dingsui, 1984 effectuées sur les cloches des Zhou occidentaux retrouvées dans le Shaanxi, une prépondérance de tierces mineures se fait progressivement jour, qui culmine sous les Printemps et Automnes (Chunqiu) et les Royaumes combattants (Zhanguo).

Simultanément intervient une grande dispersion de la répartition géographique, sans toutefois que nous puissions exclure les hasards des découvertes pour expliquer cette dernière. Une dernière évolution concerne le nombre de cloches formant les carillons, qui en comptent progressivement de trois à quarante-cinq.

LES CARILLONS*

Les plus anciens carillons qui nous soient parvenus datent du néolithique.

Le plus fameux est celui de Ndut lieng Krak au Vietnam (voir Condominas, 1954) dont l'accordage peut être interprété par une identification des octaves et une addition d'un intervalle de base 186c.

Le lithophone de Ndut Lieng Krak (Condominas, 1954)**

n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hz	170	188	233	289	344	380	292	228	383	1406	
c	0	174	546	919	1117	1220	1393	937	1190	Sol	
note	Fa	Sol	Sib	Ré	Mi	Fa	Sol	Ré	Fa		

annulons les doublons :

à l'unisson	à l'octave
10 = 7 (+ 13 c)	6 = 1 (+ 1200 + 20 c)
9 = 6 (- 30 c)	7 = 2 (+ 1200 + 19 c)
8 = 4 (+ 18 c)	

restent cinq notes, dont nous examinons les intervalles deux à deux :

	1	2	3	4	5
1	0	174	546	919	1117
2		0	372	745	943
3			0	373	571
4				0	198
5					0

faisons les moyennes des intervalles les plus proches :

174 et 198	186 c
372 et 373	372 c
546 et 571	558 c
745	745 c
919 et 943	931 c
1117	1117 c

La suite ainsi obtenue est à 1 c près la suite des multiples de 186 c.

Nous avons donc à partir d'un modèle d'addition d'un intervalle de base et d'identification des octaves reconstitué l'accordage à ± 20 c, ce qui pourra sembler une bonne précision pour le Néolithique.

* Nous appelons carillon un ensemble de phonolithes ou de cloches de même type retrouvés ensemble, de tailles décroissantes.

** Cet instrument était encore visible en 2002 au musée de l'Homme, Paris. Photo et enregistrement dans Georges Condominas, *Musique Mnong Gar du Vietnam*, disque Ocora radio France, collection Musée de l'Homme, OCR 80, face B, page 10.

LA DIMENSION DES CLOCHES

Cet aspect de l'acoustique dépasse ma compétence ; j'ai cependant récolté quelques avis à ce propos, qu'il peut être intéressant de comparer.

« Les fondeurs prennent la mesure de toutes les parties de la cloche sur l'épaisseur de son bord (épaisseur) » Mersenne, 1636, livre 7, prop. 4.

Mersenne donne ensuite un « bâton, brochette ou diapason » :

note	do	ré	mi	fa	sol	la	si	do
épaisseur en lignes	28	25	22,5	22	19	18	16	14
rappports	1	0,89	0,80	0,79	0,68	0,64	0,57	0,50
poids en livres	1000	800	650	650	500	500	300	200

Les fondeurs hollandais du XVI^e siècle utilisent la ligne de proportion entre le diamètre et la fréquence qui les lie linéairement (Bigelow, 1961 : 7). Mahillon, 1984 : 44-45 déclare : « les vibrations relatives des cloches étant en raison inverse de la racine cubique de leur poids, la progression triple suffirait à établir approximativement le poids de chacune des cloches formant un carillon ». Il faut ensuite entendre Lehr, 1952 : 35-38 pour avoir une formulation moderne. Les rapports poids/taille/épaisseur des cloches à l'intérieur d'un même jeu et entre des jeux différents nous incitent à croire que les Chinois utilisaient des mesures très fidèles et répandues pour la confection de leurs modèles, et que ces « diapasons ou bâtons » étaient en progression arithmétique. Prenons les jeux de trois localités différentes et d'époque semble-t-il étalées sur deux siècles (Fuling, voir *Wenwu* 5/1974 : ; Xinyang, voir *Wenwu cankao ziliao* 1/1958:16; Xiasi voir *Kaogu* 2/1981: 125; Suixian:). Hauteurs en cm des cloches :

Fuling	21	20,5	19,6	18,1	17,2	16,2	14,7	12,5	11,7	11,6	11,4	9,4	8,6
Xinyang		20,4	19,5	18,2	17,3	16,1	15,1	13	12,2	11	10,2		8,3
Xiasi					17,3	16,4	15,4	12,8	12,5	11,1	10,5	9,5	
moyenne	21	20,5	19,6	18,2	17,3	16,2	15,1	12,8	12,1	11,2	10,7	9,5	8,5
modèle	21	20	19,1	18,1	17,1	16,2	15,2	13,3	12,3	11,3	10,4	9,4	8,4
écart	0	0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,5	-0,2	-0,1	0,3	0,1	0

Admirable précision, admirable continuité:

un système est cherché avec constance et trouvé avec fidélité.

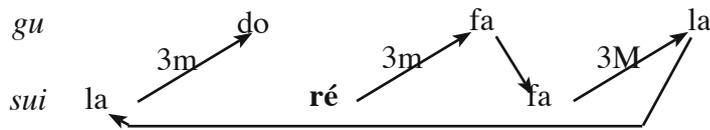
Quelques exemples sur des cloches de poids approchant montrent de même une grande uniformité :

	n°	poids (kg)	hauteur (cm) corps de cloche	xian	gu	wu	note
Fuling	10	0,8	11,7	8,4	3,2	7,8 x 5,4	
Xinyang	11	0,79	11	8,2	6,5	7,5 x 6	sol (do)
Xiasi	7		11,1	9,4	6,8	8,3 x 5,9	la (do#)
Fuling	8	1,04	14	10,3	3,7	9 x 6,4	
Xinyang	8	1,16	14,2	10,4	8	9,3 x 7	do#
Xiasi	4		14,3	11,8	8,8	10,2 x 7,3	la
Fuling	2	2,5	20,5	15,6	5,7	13,3 x 10,7	
Xinyang	4	2,5	18,2	13,5	10,1	12,1 x 9,1	fa#
Xiasi	1		17,3	14,3	10,3	12,5 x 9	ré
Suixian		2,4	20,4			10,5 x 8,5	

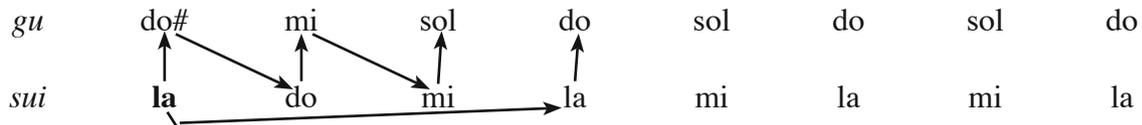
Alors que nous avons mélangé des données concernant des cloches à anneau *nui* avec des cloches à manche *zhong*, ni les motifs ni les échelles de taille ne paraissent offrir aucune différence notable.

Dans ces carillons des Zhou Orientaux (Jiang Dingsui 1984: 87-90) où le *gu* est très souvent à la tierce, les échelles font clairement apparaître après l'octave et la quinte (ou quarte) la tierce comme intervalle constitutif, et elle est alors entre 300 et 350 c.

Le carillon 41 à 43 nous fait par exemple voir la succession de tierces :



de même que le carillon 66 à 73 peut être interprété ainsi :



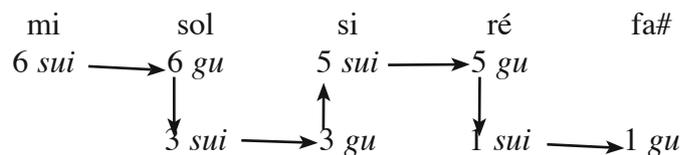
c'est-à-dire par successions de tierces mineures et de tierces majeures, les intervalles étant bornés par les quintes et les octaves.

En tout état de cause, nous avons à faire à des échelles de trois sons ressemblant à nos accords mineurs aux *sui* auxquelles s'ajoutent des échelles de trois notes ressemblant à nos accords majeurs aux *gu*, le tout formant un ensemble de quatre notes ne coïncidant avec aucune "progression par quinte".

Quelques siècles plus tard à Xiasi, Xichuan, province du Henan (*Henan Bowuguan*, 1981), nous nous trouvons face à l'intégration, encore inhomogène, de la quinte manquante avec ce magnifique carillon de neuf cloches :

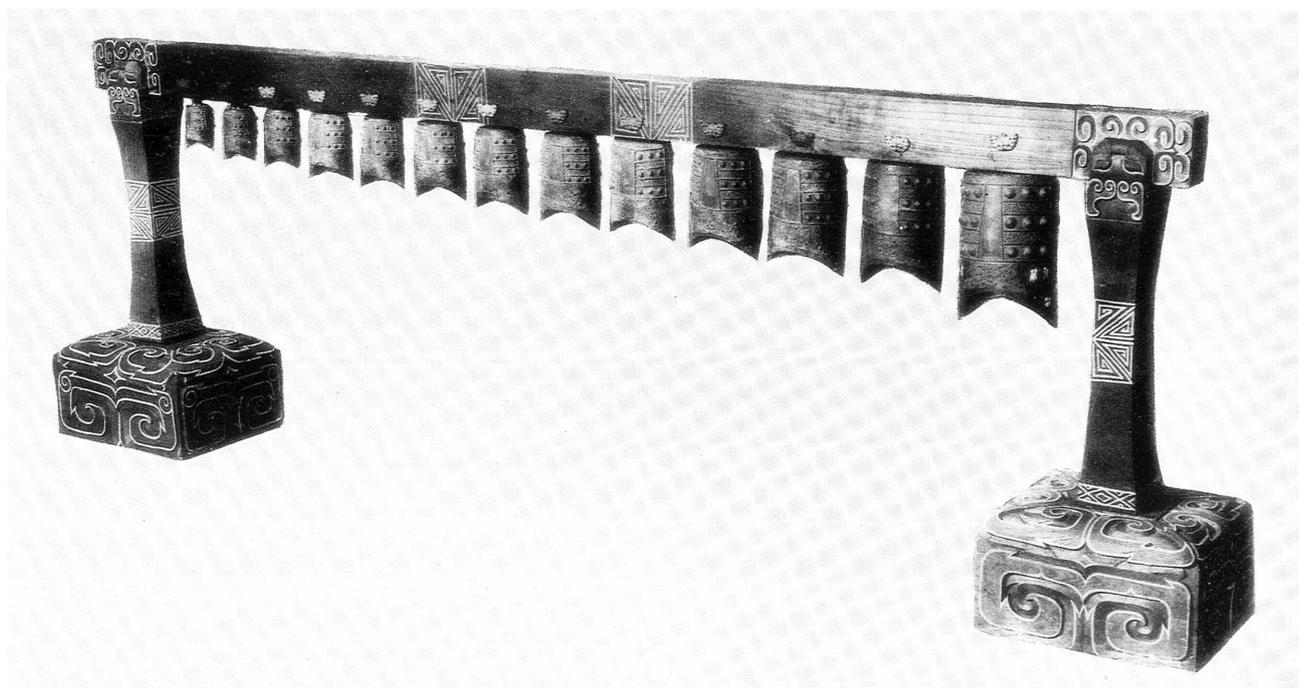
<i>n</i> ^o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>gu</i>	fa#	sol#	si	do#	ré	sol	do#	ré#	fa#
	400	507	870	1018	1200	1698	2280	2470	2744
<i>sui</i>	ré	mi	sol	la	si	mi	la	si	mi
	0	186	463	663	870	1339	1863	2077	2617

L'accordage s'interprète ainsi :



La valeur exacte en cents va nous permettre de suivre la démarche d'intégration du La : la quarte $Mi_6 - La_7$ de 514 c et celle $Mi_2 - La_4$ de 477 c indiquent une trop grande imprécision pour avoir été reconnues, a fortiori la quinte $La_4 - Mi_6$ de 686 c est trop fautive. Par contre, si nous ne cherchons plus du côté de la résonance mais du côté de la reproduction d'intervalles déjà réalisés par le processus ci-dessus, nous découvrons l'identité de $Mi_2 - La_4$ à 477 c avec $Si_5 - Mi_6$ à 479 c.

CARILLON DE 13 CLOCHES JINGLI 型簫 (荊曆)



carillon de Xinyang. Liu Dongsheng 劉東升, Yuan Quanyou 袁荃猷, *Zhongguo yinyueshi tujian* 中国音乐史图□, Beijing, Renmin yinyue, 1988, illustration I-50,

CARILLON DE 13 CLOCHES JINGLI 荆曆 (荆曆)

Découvert en 1957 à Xinyang 信陽, province de Henan, le carillon de 13 cloches des Royaumes Combattants a été mesuré puis analysé par Wang Shixiang ; ces mesures ont fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences Néerlandaises en 1971 (Fokker). Les mesures ont été refaites par Ma Chengyuan en 1981, qui les donne avec un excès systématique de 7 cents et montre l'existence d'une deuxième note pour chaque cloche, correspondant à un autre mode de vibration (analyse holographique à l'appui). Il convient également de mentionner l'œuvre de Yang Yinliu, 1959. Huang Xiangpeng publia des analyses concernant ces cloches en 1978, 1979, 1982. Plusieurs communications furent faites au 16^e Congrès international d'histoire des sciences de Bucarest en 1981. Il semblerait qu'une des rares mentions françaises fût l'article de Dutrait 1981, qui reprend la théorie standard.

Ce carillon a été retrouvé dans une tombe et à ses côtés une paire de maillets en bois de 53 cm de long atteste du mode de jeu.

L'étude des doubles notes fait ressortir le caractère secondaire du *gu* qui se regroupe pour huit cloches autour d'une valeur de 350 c. Il semble que là encore ces notes secondaires interviennent comme ornement, variante de l'échelle principale.

La lecture des hauteurs de ces cloches ou d'autres mesures caractéristiques montre que les deux cloches 1 et 13 sortent nettement de la série alors que les autres adoptent des croissances arithmétiques.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
corps (h, cm)	23,6	20,4	19,5	18,2	17,3	16,1	15,1	14,2	13	12,2	11	10,2	8,3
modèle	23	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	8
bandeau (h, cm)	12,9	11,5	10,5	10,1	9,6	9,9	8,6	7,9	7,6	7,1	6,5	6,1	5
modèle	13	11,5	10,5	10	9,5	6	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5

Ce tableau montre pour chaque note la hauteur du corps, puis du bandeau de frappe *gu* et le modèle théorique qui l'interprète.

ANALYSE DU CARILLON DE TREIZE CLOCHES

L'analyse ci-après a été suivie d'un travail de simulation sur l'UPIC (Unité Polyagogique Informatique du CEMAMu) grâce à Iannis Xenakis et à l'aide de Cornelia Colyer.

Processus d'accordage

Le tableau compare les mesures des fréquences, le nom approché des notes, les valeurs exprimés en cents aux résultats théoriques fournis d'abord par le tempérament $2^{1/12}$ puis par la génération par quarts et quintes qui est le système généralement considéré comme étant le système des Chinois. Cela n'étant pas indifférent, nous donnons les valeurs pour différentes notes de départ.

Grand jeu de cloches *Jingli*

fréquences	507	541	606	727	810	908	978	1088	1209	1477	1645	1812	2353
noms	si	do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol	la	ré
valeurs en c	0	115	309	625	813	1010	1139	1506	1506	1853	2039	2207	2659
écarts avec le tempérament	0	15	9	25	13	10	39	24	6	53	39	7	59

Valeurs de la génération par quarts et quintes

en prenant pour référence Do

noms		do			sol	la	sib	do	ré	fa	sol
intervalles		115	309		816	1021	1135	1339	1543	1837	2041
écarts			9		3	11	4	15	37	16	2

en prenant pour référence Fa

noms				fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol
intervalles				625	829	1033			1531	1849	2053
écarts					16	23			25	42	14

en prenant pour référence Ré

noms	si	do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol	la	ré
intervalles			309			1011	1125	1329	1533	1827	2031	2235	2643
écarts						1	14	5	27	26	8	28	11

Nous remarquons : sans être très éloigné, l'accordage des cloches est faux dans les deux systèmes proposés, qui reflètent donc mal les données.

Devant l'absence de solution évidente, cherchons-en une nouvelle.

Le tableau général fait apparaître les relations d'intervalle que chaque note entretient avec chaque autre. Ces intervalles sont ensuite repris et groupés autour de valeurs particulières .

Tableau général des intervalles de 13 cloches

	si	do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol	la	ré
Hz	507	541	606	727	810	908	978	1088	1209	1477	1645	1813	2353
si	0	115	309	625	813	1010	1139	1324	1506	1853	2039	2207	2659
do		0	194	510	698	895	1024	1209	1391	1738	1924	2092	2544
ré			0	316	504	701	830	1015	1197	1544	1730	1898	2350
fa				0	188	385	514	699	881	1228	1414	1582	2034
sol					0	197	326	511	693	1040	1226	1394	1846
la						0	129	314	496	843	1029	1197	1649
sib							0	185	367	714	900	1068	1520
do								0	182	529	715	883	1335
ré									0	347	533	701	1153
fa										0	186	354	806
sol											0	168	620
la												0	452
ré													0

Nous pensons pouvoir identifier ces valeurs aux intervalles obtenus par les rapports simples $f_1 / f_2 = x/y$, x et y entiers et compris entre 3 et 9, 7 étant exclu.

Le tableau suivant nous donne la structure théorique que donnerait une telle règle. Il apparaît que certaines notes doivent prendre plusieurs valeurs (la quarte de fa est plus basse que la septième mineure de do, par exemple). Un choix a donc été effectué, qui retrouve de très près les valeurs observées. Certaines cloches demeurent cependant en dehors de ce système et seront considérées comme fausses. Nous avancerons cependant que c'est l'introduction d'une tierce neutre dans le processus d'accordage qui a ainsi faussé l'aigu.

Tableau des valeurs des intervalles des 13 cloches

2m	115	129					deux fois	moyenne : 122	écart type: 7	maxi 7
2	194	188	197	185	182	186	six fois	moyenne : 189	écart type: 5	maxi 8
3m	309	314	316	326			quatre fois	moyenne : 316	écart type: 6	maxi 10
3 neutre	347	354	367				trois fois	moyenne : 356	écart type: 8	maxi 12
3M	367	374	385				trois fois	moyenne : 375	écart type: 7	maxi 10
4	496	504	510	511	514		cinq fois	moyenne : 507	écart type: 6	maxi 13
5	693	698	699	701(2)	714	715	sept fois	moyenne : 703	écart type: 8	maxi 11
6m	806	813	830				trois fois	moyenne : 816	écart type: 10	maxi 14
6M	881	883	895				trois fois	moyenne : 886	écart type: 6	maxi 9
7m	1010	1015	1019	1024			quatre fois	moyenne : 1017	écart type: 10	maxi 7
8	1197	1197	1126	1226			quatre fois	moyenne : 1212	écart type: 15	maxi 16

De cette structure et en ne considérant que les notes dans des rapports simples avec chaque note de base, nous pouvons reconstituer les échelles possibles ainsi que les valeurs que dans chaque échelle les différents degrés devraient prendre.

Comparons maintenant ce modèle théorique, les valeurs moyennes qu'il implique et les valeurs mesurées.

	Do	Ré	Fa	Sol	La	Sib	Do	Ré	La
Mini	0	182	487	680	884	995	1200	1382	2084
Maxi	0	205	520	702	906	1018	1222	1404	2106
Moyenne	0	194	504	691	894	1006	1211	1393	2095
Mesure	0	194	510	698	895	1017	1209	1391	2092

Nous pouvons considérer que ce sont les valeurs entourées qui ont été recherchées et obtenues avec une très bonne précision. Cela signifie en particulier :

la valeur 698 attribuée à Sol privilégie ses rapports de 5 à Do, de 1 à Sol, de 7m à La, de 3m à Sib.

Carillon modélisé			Si	Do	Ré	Fa	Sol	La	Sib	Do	Ré
			-112	0	204	498	702	884	1018	1200	1404
			1		3m		6m				
1	Si	-112	0		316		814				
				1	2	4	5	6M	7m	8	9
2	Do	0		0	204	498	702	884	1018	1200	1404
					1		4		6m		8
3	Ré	204			0		498		814		1200
						1	2	3M		7	
4	Fa	498				0	204	386		702	
							1		3m	4	5
5	Sol	702					0	182	316	498	702
								1		3m	
6	La	884						0		316	
									1		3M
7	Sib	1018							0		386
										1	2
8	Do	1200								0	204
9	Ré	1404									0

De cette structure et en ne considérant que les notes dans des rapports simples avec chaque note de base prise successivement, nous pouvons proposer les échelles possibles ainsi que les valeurs que dans chaque échelle les différents degrés devraient prendre.

Nous pouvons maintenant reconstituer un système musical possible pour lequel de telles valeurs seraient nécessaires et suffisantes.

Ce système est constitué de quatre échelles de six notes, incluant le système pentatonique anhémitonique.

do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol
1	2	4	5	6	7m				
	1	3m	4	5	6m	7m			
		1	2	3M	4	5	6M		
			1	2	3m	4	5	7m	

Un tel système met en oeuvre les intervalles suivants :

1	2	3m	3M	4	5	6m	6M	7m
ré	mi	fa	fa#	sol	la	sib	si	do

Nous retrouvons bien ici les intervalles moyens identifiés aux rapports simples.

Les deux autres échelles possibles semblent moins favorisées quant à la justesse :

la	sib	do	ré	fa	sol	la
1	2m	3m	4	6m	7m	
	1	2	3M	5	6M	7M

Nous pouvons reconstituer un autre système musical possible pour lequel de telles valeurs seraient nécessaires et suffisantes.

Ce système est constitué de quatre aspects de la gamme pentatonique anhémitonique avec adjonction de quarte.

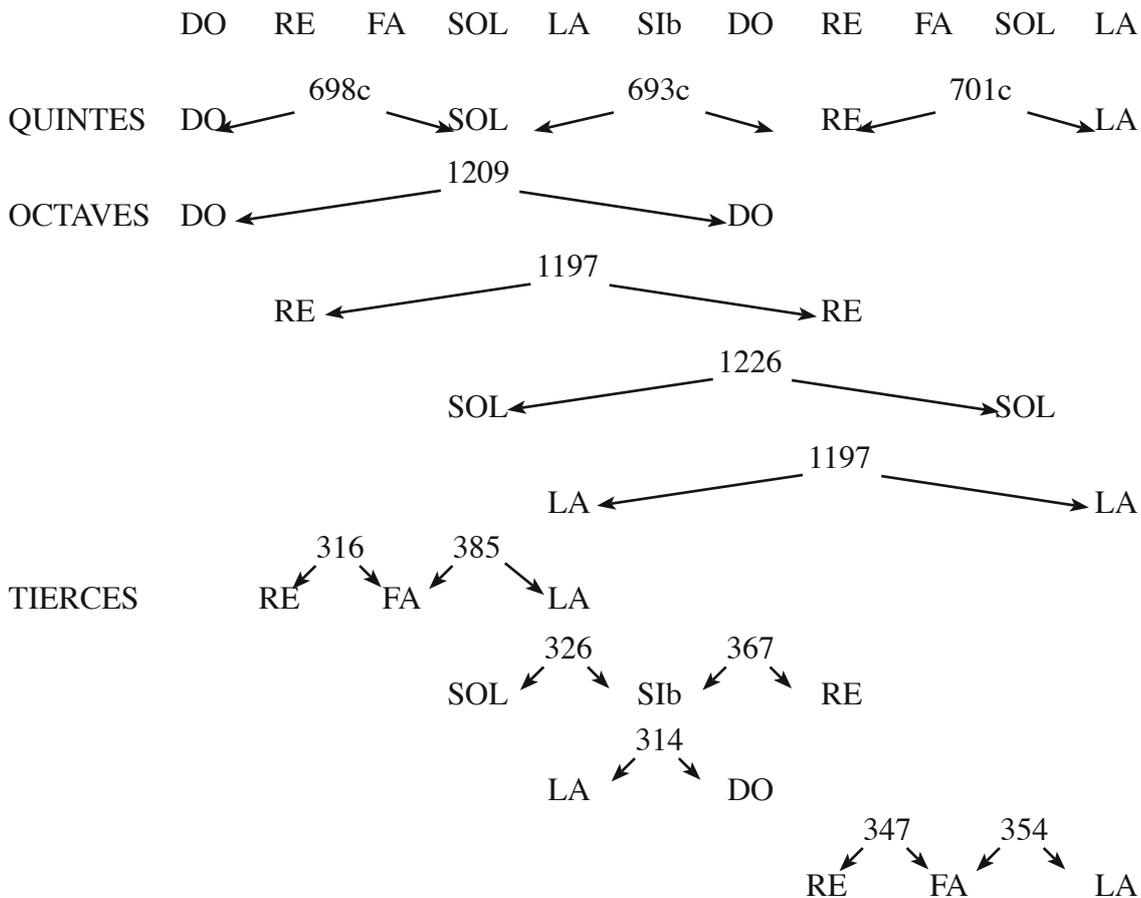
do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol
1	2	4	5	6M	7m				
	1	3m	4	5	6m	7m			
		1	2	3M	4	5	6M		
			1	2	3m	4	5	7m	

On si l'on préfère de manière plus habituelle:

do	ré	fa	sol	la	sib	do	ré	fa	sol
<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>do</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>				
	<i>la</i>	<i>do</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>			
		<i>do</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>		
			<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>do</i>	<i>ré</i>

Processus d'accordage (seconde analyse) de *Jingli*

Nous négligerons les cloches 1 et 13 (cf supra)



Processus d'accordage (troisième analyse) de *Jingli*

Enfin, un processus aboutissant à cet accordage peut être imaginé :

soit Do₄ donné :

+ 2M	ré ₄	0 +	194 =	194
+ 3m	fa ₄	194 +	316 =	510
+ 3M	la ₄	510 +	385 =	895
+ 4	ré ₅	895 +	496 =	1391
+ 5	la ₅	1391 +	701 =	2092
do ₄	+ 5 sol ₅	0 +	698 =	698
sol ₄	+ 3m sib ₄	698 +	319 =	1017
sol ₄	- 6m si ₃	698 -	813 =	-115
sib ₄	+ 4 do ₅	698 +	511 =	1209
la ₅	+ 3N fa ₅	2092 -	354 =	1738
fa ₅	+ 2M sol ₅	1738 +	186 =	1924
fa ₅	+ 6m ré	1738 +	806 =	2054

Conclusion relative à *Jingli*

Entre les trois procédés :

- les structures musicales jouables avec les intervalles en proportions simples les plus justes possibles,
- un processus d'accordage par quinte, octaves et tierces (avec répartitions fluctuantes de ces dernières entre mineure, neutre et majeure),
- un processus d'accordage par succession de proportions simples en rapports de plus en plus grands,

il ne semble pas qu'il y ait aujourd'hui à choisir, mais plutôt à montrer que le choix d'un système ne condamne pas la viabilité d'un autre.

Il semble que derrière les intervalles fondamentaux : octaves, quintes et quartes, puis tierces, se profilent petit à petit d'autres exigences, qui sont de pouvoir faire entendre d'autres proportions simples (sixtes, septièmes), de pouvoir prendre comme support (fondamentale / pivot / tonique) une autre note, bref d'organiser en système la totalité des éléments tout en respectant et enrichissant les modes de pensée et d'appréhension du monde en vigueur.

On privilégiera certes le système formé par les quatre aspects du pentatonisme anhémitonique, mais en relevant des principes d'accordage bien différents du classique « cycle des quintes ».

音 高 概 况 一 览 表

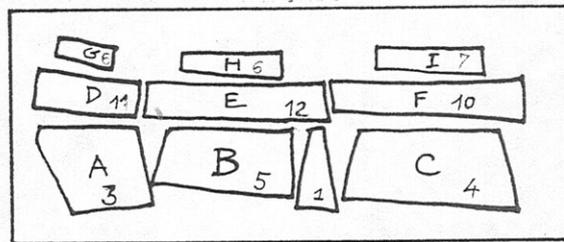
D 应 钟..... ying si	田野号: 中层一组 右鼓部音高 gu 隧部音高 sui	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
		𠄎曾 宫曾 F ₄ ^b A ₄	客角 𠄎角 客曾 𠄎曾 客反 B ₄ - [♯] C ₅ ^b E ₅ - F ₅ + G ₅	宫反 𠄎曾 客反 宫反 C ₆ + F ₆ G ₆ C ₇ +++								
		商 宫角 D ₄ E ₄	客 𠄎 宫 商 下角 G ₄ A ₄ - C ₅ - D ₅ - E ₅ -	少𠄎 少商 角反 𠄎反 A ₅ D ₆ E ₆ + A ₆ ++								

E 琥 钟..... hu zhong	田野号: 中层二组 右鼓部音高 gu 隧部音高 sui	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
		𠄎曾 宫曾 商曾 客角 𠄎角 客曾 𠄎曾 客反 F ₄ ^b A ₄ ^b B ₄ +++ B ₄ -- [♯] C ₅ ^b E ₅ F ₅ G ₅	宫反 𠄎曾 客反 宫反 C ₆ F ₆ G ₆ + C ₇										
		商 宫角 商角 客 𠄎 宫 商 下角 D ₄ - E ₄ - [♯] F ₄ + G ₄ A ₄ C ₅ ±0 D ₅ E ₅ -	少𠄎 少商 角反 𠄎反 A ₅ D ₆ + E ₆ + A ₆ -										

F 柷 钟 jie	田野号: 中层三组 右鼓部音高 gu 隧部音高 sui	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
		客角 𠄎角 客曾 𠄎曾 客 宫 B ₃ [♯] C ₄ ^b E ₄ F ₄ G ₄ C ₅ +	𠄎曾 客反 商曾 宫反 F ₅ + G ₅ + ^b B ₅ - C ₆								
		客 𠄎 宫 商 宫角 𠄎 G ₃ A ₃ C ₄ D ₄ E ₄ A ₄	商 宫角 商角 少𠄎 D ₅ E ₅ [♯] F ₅ A ₅								

C et B 柷 钟 jie zhong (低音)	田野号: 下层二、三组 右鼓部音高 gu 隧部音高 sui	三 4	三 3	三 2	三 1	二 5	二 4	二 3	二 2	二 1
		𠄎曾 宫曾 客角 𠄎角 客曾 客曾 𠄎曾 宫曾 商曾 客反 F ₂ +++ ^b A ₂ - B ₂ --- [♯] C ₃ + ^b E ₃ + ^b E ₃ + F ₃ + ^b A ₂ ^b B ₃ B ₃ -	商 镗 客 𠄎 客颧 宫 商 中钟 商角 𠄎反 D ₂ +++ E ₂ G ₂ ++ A ₂ -- B ₂ - C ₃ + D ₃ - E ₃ [♯] F ₃ G ₃							

A 柷 钟 jie zhong (倍音)	田野号: 下层一组 (佚) 右鼓部音高 gu 隧部音高 sui	- 1	- 2
		客曾 𠄎曾 ^b E ₂ ++ F ₂ ---	大𠄎 宫 商 A ₁ C ₂ - D ₂ ---



croquis de position

table des hauteurs mesurées des notes émises par les cloches du carillon du marquis Yi de Zeng, table parue dans Wenwu 7/79

LE CARILLON DE 64 CLOCHES DU MARQUIS YI DE ZENG

L'étape suivante nous mène au sommet de l'art et de la technique de la Chine pré-impériale, qui fait la fierté légitime mais aveuglante de la musicologie contemporaine en Chine : le carillon de 64 cloches du marquis Yi de Zeng à Leigudun, Hubei (fin du -V^e siècle)

Une de ces cloches est ornementale d'un type unique dans l'ensemble, et porte les inscriptions qui ont permis d'identifier et de dater le jeu à -433.

Le jeu a été retrouvé en mai 1978 dans la tombe, complet, les cloches rangées en plusieurs séries, avec d'autres instruments non moins précieux : carillons de pierres, tambours, cithares, flûtes de Pan, flûtes droites, orgues à bouche. Trois séries de six, six et sept petites cloches à anneau non gravées surmontent le portique. Chacune ne donne qu'un son ; elles n'ont retenu l'attention d'aucun observateur. Restent donc 44 cloches. Toutes celles-ci portent gravé le nom des notes que produisent leur *sui* et leur *gu*, ainsi que leur équivalent dans les gammes des autres principautés du temps. L'accordage est extrêmement clair :

<i>gu</i>	fa	la ^b	si ^b	si	do	mi ^b	
<i>sui</i>	ré	mi	fa#	sol	la	do	(sur la rangée <i>huzhong</i>)
	12	11	10	9	8	7	

Là où on pourrait voir un enrichissement occasionnel par l'adjonction du fa# des séries pentatoniques colatérales, les beaux esprits chinois ont vu une série dodécaphonique. Nous allons tenter de montrer qu'il n'en est (malheureusement ?) rien.

PETITE PARENTHÈSE SINOLOGIQUE

Tous les articles intéressants déjà mentionnés ou à venir ont fait l'objet de résumés, compte-rendus ou traductions en anglais quand ce n'est pas en français. Bien qu'ils soient d'accès souvent très malaisé (il faut avoir le courage de consulter des revues d'archéologie ou d'histoire des sciences), un minimum de chinois (savoir lire des noms propres, ce qui s'apprend en quinze jours) est tout à fait suffisant pour qui connaît le nom des notes en anglais et le calcul des fréquences en Hertz. Par contre, nous nous aventurons maintenant dans un domaine réservé de la paléographie tellement de pointe qu'aucune connaissance du chinois même ancien ne sert plus. Il a fallu une année à une équipe de chercheurs groupés autour d'un des grands maîtres de la discipline, Qiu Xigui (1979), pour arriver à restituer les inscriptions en caractères compréhensibles*.

Devant un tel travail tout le monde, et même les spécialistes de la musique de la Chine ancienne, se retrouve tel un nouveau-né à attendre le lait maternel.

* Le *Grand Ricci* intègre désormais l'ensemble de ces données paléographiques.

Les relations de structure entre les notes à travers les inscriptions sur bronze

C'est en fait très facile pour peu qu'on ignore le chinois.

1) Les caractères simples n'interviennent que pour le *sui*, sont au nombre de quatre et correspondent au nom des notes actuels :

<i>gong</i> 宮	<i>shang</i> 商	<i>zhi</i> 徵	<i>yu</i> 羽
do	ré	sol	la

2) Les mêmes notes dans les différentes octaves (il y en a six) portent le même nom, éventuellement précisé par l'adjonction du préfixe *shao* "petit".

3) *gong fan* 宮反 désigne une note de même hauteur que *gong*.

- 4) *gong jue* 宮角 désigne une note une tierce majeure au-dessus de *gong*.
 5) *gong ceng* 宮曾 désigne une note une tierce majeure au-dessous de *gong*.
 6) Il y a des exceptions : sur la ligne F, le Sol (*gu* 6) et le Do (*gu* 5) sont désignés directement sans utilisation du préfixe *fan*.
 Le Mi s'appelle le plus souvent *gong jiao*, parfois *gui* ou *zhong gui* ou encore *gong shang* ou *xia jue*. Le La grave est affublé du préfixe *da* (grand).
 Il en résulte que les douze demi-tons sont tout sauf égaux, que la tierce majeure 3M est structurante, que les quatre notes fondamentales restent: Do Ré Sol La

Un accordage d'orgue à bouche

Il est surprenant de pouvoir rattacher cet accordage de celui, mesuré voici cent ans par Ellis, 1885, du *sheng* (orgue à bouche) :

tuyaux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cents	0	210	338	498	715	908	1040	1199	1414	1565	1746
notes	DO	RE	MI ^b	FA	SOL	LA	SI ^b	DO	RE	MI ^b	FA

octave = 1200 ± 3 c
 quinte = 700 ± 2 c
 quarte = 498 c

Le principe en est exactement semblable :

Les notes de base (ici Do Ré Mib) sont données par la tradition, par un autre instrument, par la résonance ou toute autre méthode.

De là on déduit les autres notes par des fonctions simples : tierces, quintes ou octaves. On le vérifie dans le cas du carillon par l'emploi de noms, dans le cas du *sheng* par une précision de 5 c (27 c pour le tuyau 10) des intervalles. On n'a absolument pas à faire ni ici ni là à un processus cyclique.

Un accordage de flûte de Pan

Une ultime démonstration s'il en faut de la façon dont les Chinois arrangeaient réellement douze sons à l'octave nous est donnée par la flûte de Pan d'époque Han suivante (Zhuang Benli 1964: 63-64), dont l'analyse n'a bien entendu (si j'ose dire) jamais été menée :

tuyau	note	mesuré
1	Do	0
2	Réb	109
3	Ré	183
4	Mib	286
5	Mi	358
6	Fa	458
7	Fa#	535
8	Fa#	615
9	Sol	715
10	Lab	794
11	La	895
12	Sib	978

On a apparemment affaire à une échelle chromatique peu tempérée à l'intérieur d'une "octave" très courte. Nous allons pourtant en proposer un modèle générateur :

Posons qu'il manque un tuyau.

Les tuyaux impairs sont obtenus par addition d'un intervalle générateur de 179c qui donne l'échelle diatonique (défective) suivante : Do Ré Mi Fa# Sol La (Si)

Soit l'échelle de la Chine classique Do Ré Mi Solb Sol La Dob (*gong shang jue bianzhi zhi yu bianggong*)

tuyau	note	mesure	calcul	écart
1	Do	0	0	
3	Ré	183	179	+4
5	Mi	358	358	0
7	Fa#	535	535	-2
9	Sol	715	716	-1
11	La	895	895	0
13	Si		1074	

Les tuyaux pairs sont dérivés des premiers par transposition systématique de 107 cents, soit vers le haut, soit vers le bas, à partir du pentatonique de base :

tuyau	note	tuyau de référence	note	valeur de référence	opération	résultat	mesuré	écart
2	Do#	1	Do	0	+107	107	107	0
4	Ré#	3	Ré	183	+107	290	292	+2
6	Mi#	5	Mi	358	+107	465	470	+5
8	Solb	9	Sol	715	-107	608	605	-3
10	Lab	11	La	895	-107	788	790	+2
12	Sib	13	Si	1080	-107	973	974	+1

On obtient une seconde échelle, hexatonique, décalée de la première d'un demi-ton vers le haut. Il s'agit très évidemment d'un autre diapason, et d'un autre accordage:

tuyau	valeur	opération	nouvelle valeur	nouvelle note
2	107	-107	0	Do
4	290	-107	183	Ré
6	465	-107	358	Mi
8	608	-107	501	Fa
10	788	-107	681	Sol
12	973	-107	866	La

Avertis du caractère non reproductible des mesures de fréquences sur les flûtes de Pan, et donc de leur faible fiabilité, nous jugeons utile de compléter cette analyse par une autre, portant cette fois sur la longueur, car tout nous porte à penser que c'est celle-ci qui a fait l'objet d'une systématique.

TUYAUX DE BAMBOU RÉGULATEURS LÜ

découverts dans une tombe des Han Occidentaux à Changsha, Hunan (env. - 200) *Asian Music*, X-1, 1978 : 64

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
hauteur du corps (cm)	17,6	17,1	16,8	16,5	15,6	14,9	13,3	14	12,6	11,5	10,8	10,1
modèle	17,5		16,7			15	13,3	14,2	12,5	11,7	10,8	10

modèle	20	19,2	18,3	17,5	16,7	15,8	15	14,2	13,3	12,5	11,7	10,8	10
cents	1200	1126	1049	969	884	796	702	602	498	386	267	139	0
					la		sol		fa	mib			do

Le modèle est obtenu par passage de 10 cm à 20 cm en douze étapes

Il semble y avoir un étrange compromis entre des consonnances simples et une progression arithmétique.

La même suite de valeurs peut d'ailleurs être obtenue par une progression par tierces 3M (+ 386 c) et quarts inférieures (- 498 c) :

$$\begin{array}{l}
 8 \quad 14 \text{ cm} \times 1,25 = 17,65 \\
 1 \quad \quad \quad 17,65 \times 0,75 = 13,24 \\
 7 \quad \quad \quad \quad \quad 13,24 \times 1,25 = 16,5 \\
 4 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 16,5 \times 0,75 = 12,4 \\
 9 \quad 12,4 \times 1,25 = 15,5 \\
 10 \quad \quad \quad 15,5 \times 0,75 = 11,6 \\
 6 \quad \quad \quad \quad \quad 11,6 \times 1,25 = 14,53 \\
 11 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 14,63 \times 0,75 = 10,9 \\
 7 \quad 10,9 \times 1,25 = 13,6 \\
 12 \quad \quad \quad 13,6 \times 0,75 = 10,2 \\
 9 \quad \quad \quad \quad \quad 10,2 \times 1,25 = 12,75
 \end{array}$$

Cloches et tuyaux sonores

Cloches et tuyaux partagent les propriétés physico-acoustiques qui relient leurs hauteurs ou longueurs à la fréquence émise, et aussi le fait de se laisser organiser en rangées décroissantes. Il semble bien qu'avant de se guider sur la division de la corde, les mêmes principes arithmétiques ont déterminé, au moins en partie, les factures des cloches et des tuyaux.

« If an instrument (...) was used on which the measured steps could be calculated mathematically, it would have been possible to tune a bell with absolute precision by means of this phenomenon. » (Needham, 1982: 184).

Outre le nom même des douze tuyaux régulateurs, dans lequel apparaît quatre fois le terme *zhong* "cloche" et trois fois le terme *lü* "tuyau", l'expression "*du lü jun zhong*" qui signifie « égaliser les cloches en mesurant les tuyaux » exprime bien cette relation.

INTERPRÉTATION

Cette notion fondamentale de musique, d'accordage par les intervalles, ou plutôt les rapports et non par les hauteurs ou une quelconque distribution de tons ou de demi-tons, nous croyons pouvoir en retrouver l'origine ou du moins une trace de même origine dans la pratique attestée dès la période Shang de l'alliage des métaux.

Nous trouvons en effet dans un ouvrage de fonderie, le *Kaogong ji* inclus dans le *Zhou li* (ch. 11, p. 20b, trad. Biot (1) vol. 2: 490, cf. Needham, *Science and Civilisation in China*, vol. IV,1: 180), les proportions de cuivre dans le bronze suivantes :

$$\frac{5}{6} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{1}{2}$$

Ce même accordage par proportions, nous le trouvons chez Mersenne, 1636, livre des Consonances: 3.

$$\begin{array}{cccccccc} 1 & \frac{5}{6} & \frac{4}{5} & \frac{3}{4} & \frac{2}{3} & \frac{5}{8} & \frac{3}{5} & \frac{5}{9} & 2 \\ 1 & 3m & 3M & 4 & 5 & 6m & 6M & 7m & 8 \end{array}$$

Cette liaison très ancienne entre l'art du métal et la musique, si évidente ici puisque nous avons à faire à des instruments métalliques, nous la retrouvons dans le mythe de Tubal Caïn, par exemple dans Sébastien Virdung, 1511: 32-33 : «A-Quel est à présent le troisième genre d'instruments ? Sc-II s'agit de tous ces instruments qui sonnent comme les marteaux sous l'enclume, à partir desquels Tubal a été le premier à découvrir les proportions : les clochettes et les carillons. Pour décrire ces instruments sonnants ainsi que les tuyaux des orgues, je m'en rapporterai à Boèce, car ils relèvent de la mesure ou du calcul : dimension des tuyaux ou poids des marteaux. Tout cela s'exprime à l'aide de l'harmonie des proportions.»

« Comme le dit pudiquement Bachelard c'est peut-être dans le “tendre travail” de faire le feu “que l'homme a appris à chanter”. L'ethnologie confirme cette intuition : chez les primitifs, ce sont les techniques rythmiques du feu, du polissage, de l'abattage, du batelier ou du forgeron qui s'accompagnent de danses et de chants. En de nombreuses langues sémitiques, en sanscrit, en scandinave et en turcotatar, la dignité de “maître du feu” est explicitement unie à celle de “maître de chansons”. Odin et ses prêtres sont des “forgerons de chansons”. En Occident, il y aurait une survivance d'une telle liaison chez les tziganes à la fois forgerons et musiciens. » Gilbert Durand, 1969: 386.

Nous ajouterons que selon Granet, 1982, les chefs de confrérie de fondeurs auraient eu en Chine un statut privilégié dans la société et seraient à l'origine de la fondation des villes.

Une nouvelle conjonction entre les arts des métaux et la musique nous est donnée par le syntagme *he* 和 qui signifie “harmonie” et “mélanger, malaxer” quand il se prononce *huo* et qui s'écrit d'abord avec un pictogramme (*yue* 簫) décrivant un instrument à vent polycalame, flûte ou orgue à bouche.

« L'un des plus célèbres fondeurs, Ruan Shi, avait reçu son art d'un visiteur spirituel, “un esprit métal”, qui lui avait enseigné la bonne combinaison du feu et de l'eau (*shui huo zhi qi*) c'est-à-dire les méthodes de trempe, ainsi que les constitutions des différents alliages et l'harmonie de ce qui est dur et de ce qui est mou (*gang ruan zhi he* 剛軟之和) » (Yang Quan, trad. Needham 1974: 199).

Enfin, et c'est peut-être le plus important, nous retrouvons la division faisant appel aux proportions simples dans le jeu de cithare *guqin* 古琴, instrument dont la tradition s'est perpétuée jusqu'à nos jours et qui est réputé être le plus savant et un des plus anciens instruments chinois.

$$\frac{7}{8} \quad \frac{5}{6} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{8}$$

voir *Zhongguo yinyue shi gang*, 1953: 168-169 et surtout Chen Yingshi 1984: 314 sq.

L'ART DE LA DIVINATION PAR LES TUYAUX

Une pratique de divination maintes fois attestée et discutée (Derk 1959) consistait à laisser le vent (ou le *qi*) faire sonner des tuyaux et à en déduire les influences. Avant les batailles, on écoutait le son émanant de l'ennemi pour connaître ses dispositions. Une des sources se trouve dans le *Huainan zi*, c. 120 avant J-C :

«It is like the wind passing by the Panpipes affecting them at random, and each pipe responding with clarity or muddiness (i.e. with high or low pitch)» cité par Wallacker 1962: 32.

Nous ne pensons pas qu'il s'agissait d'entendre des notes (des hauteurs) isolées, ce qui impliquerait soit un sens de la hauteur absolue, soit un diapason, mais de reconnaître des accords de deux sons.

La pratique ancienne devait consister à choisir ou tirer au sort deux tuyaux : un parmi les six *yang* de longueurs 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, un parmi les six *yin* de longueurs 8, 6, 5, 4, 3, 2 ; on obtient une matrice de possibilités :

	3	4	5	6	8	9
2	5	8	10M	12	15	16
3	1	4	6M	8	11	12
4		1	6M	5	8	9
5			1	3m	6m	7m
6				1	4	5
8					1	2

De ce tableau nous extrayons les rapports consécutifs :

$$\frac{9}{8} \quad \frac{8}{6} \quad \frac{6}{5} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2}$$

Ces rapports possèdent chacun une couleur, une saveur, un parfum reconnaissable qui ne suppose aucune mémoire d'une quelconque hauteur absolue.

Cette liaison entre la magie et un ensemble de tuyaux de différentes longueurs est particulièrement attestée par les Classiques :

« Dans la main gauche il tient le *yue**, dans la main droite la plume.
-Dans la main gauche il tient l'orgue à bouche *huang* ».

Voir *Shi jing* dans Kauffmann, 1976, références 12 et 14.

Voir également Granet 1968: 212.

* Se rapporter à ce que nous avons dit de la flûte polycalame *yue*.

« Quand une des notes et la consonance qui y répond se soutiennent l'une l'autre, on dit qu'il y a accord » (*Guo yu* 3.16, trad. d'Hormon 1985: 314).

« When the notes in resonance mutually sustain each other, this is called harmony » (id. trad. Hart 1970).

FORMULONS NOTRE HYPOTHÈSE

A l'époque des Royaumes Combattants, les Chinois ont utilisé une ancienne pratique magique de divination par les tubes, qui aurait consisté à prendre deux tubes d'une série, par hasard s'il s'agit de magie, consciemment par ailleurs, et à écouter leur consonance. Ce rapport caractéristique était alors reporté à une note fondamentale, aléatoire ou donnée par l'histoire, l'expérience ou toute autre fantaisie et ceci générerait une nouvelle note.

Exemple : j'ai deux tuyaux de bambou l'un qui mesure 6, l'autre qui mesure 5. Je les fais sonner ensemble. Je n'entends ni un A (hauteur absolue) ni un La (hauteur relative), j'entends un rapport que j'appelle "tierce mineure". Je le trouve beau et j'établis une cloche qui sonnera à la "tierce mineure" de ma note donnée.

Cinq fois quatre paires parmi les 6 tuyaux me permettent d'établir "les cinq gammes pentatoniques anhémitoniques" :

II six tuyaux 3 4 5 6 8 9	$\frac{9}{8}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{5}{3}$	Echelle sur Ré ₅
	Do	Ré	Fa	Sol	La
	1	2	4	5	6M

IV cinq tuyaux 3 4 5 6 9	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{9}{5}$	
	Ré	Fa	Sol	La	Do
	1	3m	4	5	7m

I six tuyaux 3 4 5 6 8 9	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{5}{3}$	
	Fa	Sol	La	Do	Ré
	1	2	3M	5	6M

III cinq tuyaux 4 5 6 8 9	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{9}{5}$	
	Sol	La	Do	Ré	Fa
	1	2	4	5	7m

V quatre tuyaux 5 6 8 9	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{9}{5}$	
	La	Do	Ré	Fa	Sol
	1	3m	4	6m	7m

Les cinq combinaisons de triplets parmi les six tuyaux me permettent d'entendre dix échelles heptatoniques, parmi lesquelles je reconnais le mode de Ré, le mode de Sol, le mode de La, et un mode hybride

Les six *lii* et le pentatonique

	6	8	9		Ré	Mi	Fa	Sol	La	Sib	Do	Ré
3	8	4	5		1	2	3m	4	5	6m	7m	8
4	5	8	2									
5	3m	6m	7m									

Echelles sur Ré₄, Sol₄, Sib₄, La₄

	5	8	9	Ré	Mi	Fa	Fa#	Sol	La	Si	Ré
3	6M	4	5	1	2	3m	3M	4	5	6M	8
4	3M	8	2	Echelles sur Fa ₄ , La ₄							
6	3m	4	5								
	5	6	9	Ré	Mi	Fa#	Sol	La	Sib	Si	Ré
3	6M	8	5	1	2	3M	4	5	6m	6M	8
4	3M	5	2								
8	6m	4	2								
	5	6	8	Ré	Mi	Fa#	Sol	La	Si	Do	Ré
3	6M	8	4	1	2	3M	4	5	6M	7m	8
4	3M	5	8	Echelle sur Do ₄							
9	7m	5	2								
	3	8	9	Ré	Mi	Sol	La	Sib	Si	Do	Ré
4	4	8	2	1	2	4	5	6m	6M	7m	8
5	6M	6m	7m	Echelle sur Do ₄							
6	8	4	5								
	3	6	9	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	
4	4	5	2	1	2	3m	4	5	6M	7m	
5	6M	3m	7m	Echelles sur Do ₄ , Fa ₄ , Do ₅							
8	4	4	2								
	3	6	8	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Sib	Si	
4	4	5	8	1	2	3m	4	5	6m	6M	
5	6M	3m	6m								
9	5	5	2								
	3	5	9	Ré	Mi	Fa	Fa#	Sol	La	Sib	
4	4	3M	2	1	2	3m	3M	4	5	6m	
6	8	3m	5	Echelle sur La ₄							
8	4	6m	2								
	3	5	8	Ré	Mi	Fa	Fa#	Sol	La	Do	
4	4	3M	8	1	2	3m	3M	4	5	7m	
6	8	3m	4								
9	5	7m	2								
	3	5	6	Ré	Fa#	Sol	La	Sib	Do		
4	4	3M	5	1	3M	4	5	6m	7m		
8	4	6m	4								
9	5	7m	5								

Avec deux séries de six tuyaux, je reconstitue l'échelle heptatonique octaviante dont deux degrés peuvent prendre deux aspects :

3	4	9	
5			3
6		=	4
8			9

3	4	8	
5			3
6		=	4
9			8

Un auteur fermement convaincu de la tradition n'en note pas moins que «les Chinois n'ont jamais parlé de douze demi-tons enfermés dans une octave, mais de douze *liü* obtenus au moyen d'une espèce de progression triple que les Chinois nomment *san fen sun yi* c'est-à-dire génération par addition et soustraction d'un tiers.» (Ysia Tchen, 1974: 130).

La première description de la méthode se trouve dans Lü Buwei, *Lü shi Chunqiu* (Les Printemps et Automnes de maître Lü), datable de 284 avant J-C. « Aux trois parties du générateur on ajoute une partie pour faire la génération supérieure. Aux trois parties du générateur on retranche une partie pour faire la génération inférieure.» (trad. Chavannes 1895: 637). Elle se fixe ensuite avec le chapitre sur les tuyaux régulateurs inclus dans les *Mémoires historiques (Shiji)* de Sima Qian (*juan* 25: 316-320).

Examinons de plus près cette “espèce de progression triple” *san fen sun yi* :

san 三 signifie trois
fen 分 signifie diviser
sun 損 signifie retrancher
yi 益 signifie ajouter

prenons un tuyau de longueur 9 ; coupons-le au tiers, nous obtenons deux parties de longueurs 3 et 6. Coupons la plus petite au tiers : nous avons les longueurs 1 et 2. Par addition nous obtenons les tuyaux $3 + 2 = 6$; $6 - 1 = 5$ et $3 + 1 = 6$; $6 - 2 = 4$, $6 + 2 = 9$; $9 - 1 = 8$. Il suffit de savoir prendre le tiers et de savoir additionner.

Il semble donc qu'entre la première description, peut-être tardive, de la méthode, et l'interprétation qui en a fixé le dogme, il s'est écoulé un siècle et demi, à une époque où l'ancienne musique rivalisait avec la nouvelle.

Cette hypothèse, pour hardie qu'elle puisse paraître, permet d'expliquer beaucoup de textes restés incompréhensibles :

Les qualificatifs des cinq notes par «bon accord, solide, troublé, fatigué, doux» que l'on trouve dans le chapitre sur les “Tuyaux sonores” du *Shiji* (cf. Needham, 1982 p.140) conviennent bien mieux à des consonances qu'à des hauteurs.

« Les instruments à cordes préfèrent le *gong*, les cloches le *yu*, les pierres le *jue*, les orgues à bouche et les flûtes suivent ce qui convient. Quant aux tambours de cuir et de bois, ils n'émettent qu'une seule note. » (*Guoyu*, cf. d'Hormon: 317; Hart: 409).

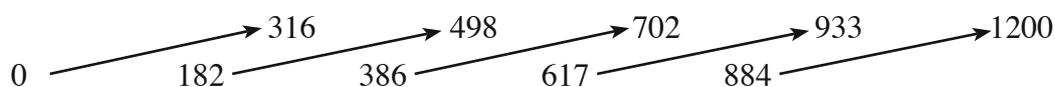
Jusqu'à Sima Qian qui dit (Chavannes, 1898: 238) :

« Il n'y a note (*yin*) que lorsque plusieurs sons sont combinés entre eux suivant certains rapports. » Enfin, nous trouvons dans le *Zhou Yu* : « *huangzhong zhi xia gong* », “le *do* inférieur de *Do*” ainsi que « *yize zhi shang gong* » “le *do* supérieur de *Sol#*”, ce qui montre bien qu'à partir d'une note, on créait une consonance inférieure ou supérieure (Chavannes, 1898: 640).

La tradition, rapportée par Granet, 1968, nous donne une relation entre les valeurs numériques 10, 9, 8, 7 et 6 et les termes *gong shang jue zhi* et *yu*. Si nous pensons en termes de longueurs de tuyaux ou de cordes, cela donne les hauteurs suivantes :

10	9	8	7	6
<i>gong</i>	<i>shang</i>	<i>jue</i>	<i>zhi</i>	<i>yu</i>
0c	182c	386c	617c	884c

Il suffirait alors d'ajouter une tierce mineure à chaque note pour obtenir :



Nous rapprocherons de cela les rapports donnés au II^e siècle par Cheng Xuan (De Voskin 1982: 44)

1	$\frac{9}{8}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$
	204	386	702	884
<i>gong</i>	<i>shang</i>	<i>jue</i>	<i>zhi</i>	<i>yu</i>

CONCLUSION

Plutôt qu'un système absolu d'explication qui se substituerait à ce que j'ai appelé la Vulgate, que DeWoskin nomme “received textual tradition” l'analyse des systèmes réels des instruments de la Chine pré-impériale montre la conciliation impossible entre des systèmes indépendants (consonances, progressions arithmétiques, rapports numériques simples).

Loin d'avoir été résolu historiquement, c'est cet antagonisme même qui nous paraît constitutif de la musique chinoise, comme il l'est d'autres cultures musicales ; en témoignent le jeu du *qin*, la place du hautbois *hichiriki* dans le Gagaku au Japon (voir Sissaouri, 1985), le jeu de la flûte traversière dans le *kunqu* (voir Trasher, 1978), du *pipa* (Li Tingsong, 1964).

Nous voyons à l'oeuvre ici ce qu'Edgar Morin (séminaire de l'EHESS, 1985) appelle les « pensées trouant les siècles » (Pythagore : « la vérité est dans les nombres », Platon : « la vérité est dans les idées », Parménide : « la vérité est dans la matière »).

Cette idée de la pluralité de temps culturels superposés, déphasés, d'allures différentes comme une partition de Ligeti, cette permanence d'archétypes transhistoriques est ce que peut nous apprendre de plus radical l'étude d'autres civilisations et de leur “évolution”, et c'est inversement l'apport le plus neuf d'un regard extérieur sur l'histoire chinoise, alors que les scientifiques de la qualité de Hua Jueming et Jia Yunfu concluent leur article au congrès d'histoire des sciences de Bucarest, 1977 par ce paragraphe :

« Time flied like an arrow. The human history is marching on. The Chinese nationalities who once created spendid ancient civilization are certain to create much more magnificent and splendid new socialist culture of society at the new historical period. »

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages en langue chinoise

Classiques

- Guoyu* 國語 (Propos sur les principautés), dans *Sibu congkan* 四部叢刊 (Collection en quatre parties), juan 252. Voir aussi André D'HORMON, trad., *Guoyu, propos sur les principautés*, Paris, Collège de France, « Mémoires de l'Institut des Hautes Etudes Chinoises » vol. xxv, 1985. James Hart, trad., 1970.
- Hou Han shu* 後漢書 (Histoire des Han postérieurs), rééd. *Ershiwu shi* 二十五史, (Les 25 Histoires), Beijing, Zhonghua shuju, 1959/1975.
- Huainan zi* 淮南子 (Dits du prince de Huainan), LIU Maosheng 劉溇生, rééd., Taibei, Yiwen yingshu guan 藝文印書館, 1974.
- Kaogong ji* 考工記 (Manuel des artificiers), Zhouli 周禮 (Rite des Zhou), dans RUAN Yuan 阮元 (1764-1849), éd., *Shisan jing zhushu* 十三經注疏 (Edition annotée des treize classiques), rééd. Beijing, Zhonghua shuju, 1980. Voir aussi Edouard BIOT, trad., *Le Tcheou-Li ou Rites des Tcheou*, Paris, Imprimerie Nationale, 1851, vol. 2, p. 50.
- Liji* 禮記 (Mémorial des rites), Séraphin COUVREUR, S.J., trad., *Mémoires sur les bienséances et les cérémonies*, Paris, Cathasia, deux vol., 1950.
- Lü shi Chunqiu* 呂氏春秋 (Les Printemps et Automnes de maître Lü), c. 284 av. J-C, par LÜ Buwei 呂不韋,
- Shi jing* 詩經 (Livre des Odes), rééd. *Shisan jing zhushu*.
- Shiji* 史記 (Mémoires historiques), SIMA Qian 司馬遷, rééd. *Ershiwu shi*. Trad. fr. Edouard CHAVANNES, *Les Mémoires historiques de Se-ma Ts'ien*, Paris, Leroux, 1895.
- Shu jing* 書經 (Livre des documents) alias *Shangshu* 尚書 (Histoire des Shang), rééd. *Shisan jing zhushu*. Voir aussi Séraphin COUVREUR, S.J., trad., *Chou king*, Ho Kien Fou, 1887.

Études en langue chinoise

- HENAN BOWUGUAN 河南省博物館 (LIU Shijin, ZHOU Dao, & ZHANG Fengyou), « Henan Xichuan xian Xiasi yi-hao mu fajue jianbao » 河南淅川县下寺1号墓 (Excavation of the Tomb n°1 at Xiasi in Xichuan County, Henan), *Kaogu* 考古 2, 1981, p. 119-136.
- HUANG Xiangpeng 黃翔鵬, « Gudai yinyue guanghui chuangzao de jianzheng — Zeng hou Yi damu gu yueqi jianwen » 古代音樂光輝創造的見証 — 曾侯乙大墓古樂器見聞 (L'éclat de la musique ancienne — Présentation des instruments anciens de la grande tombe du marquis Yi de Zeng), *Renmin yinyue* 人民音乐, 1979, n° 4, repris dans *Chuantong shi yi tiao heliu* 传统是一条河流 (La tradition est un long fleuve), Beijing, Renmin yinyue chubanshe, 1990, p. 5-10.
- HUANG Xiangpeng 黃翔鵬, « Hubei Suixian Zeng hou Yi mu fajue jianbao » 湖北随县曾侯乙墓发掘简报 (A survey of the ancient instruments unearthed from the tomb of Zeng hou Yi at Suixian County in Hubei province), *Wenwu* 文物, 1979, n° 7.
- HUANG Xiangpeng 黃翔鵬, « Qian Qin bianzhong yinjie jiegou de duandai yanjiu » 先秦編鐘音階結構的斷代研究 (A Study of the structure of the musical scale of chime in the Pre-Qin period), *Jiangnan kaogu* 江汉考古 2, 1982, p. 7-12.
- HUANG Xiangpeng 黃翔鵬, « Xian Qin yinyue wenhua de guanghui chuangzao — Zeng hou Yi mu de gu yueqi » 先秦音乐文化的光辉创造 - 曾侯乙墓的古乐器 (L'éclat de la culture musicale pré-impériale — Les instruments de musique ancienne de la tombe du marquis Yi de Zeng), *Wenwu* 文物, 1979, n° 7.
- HUANG Xiangpeng 黃翔鵬, « Xinshiqi he qingtong shidai de yizhi yinxiang ziliao yu woguo

- yinjie fazhan shi wenti » 新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题 (Questions d'histoire de la musique de l'âge de pierre et de l'âge du bronze), *Yinyue luncong* 音乐论丛 1, 1978, p. 184-206.
- HUBEI LEIGUDUN YIHAOMU KAOGU FAJUE DUI 随县擂 墩一号墓考古发掘队 (Équipe de fouilles archéologiques de la tombe n°1 de Leigudun, à Suixian), « Hubei Suixian Zeng hou Yi mu fajue jianbao » 湖北随县曾侯乙墓发掘简报 (Rapport de fouilles de la tombe du marquis Yi de Zeng à Suixian, Hubei), *Wenwu* 文物, 1979, n° 7.
- HUBEI PROVINCIAL MUSEUM 湖北省博物館, *Zeng hou Yi mu* 曾侯乙墓 (La tombe du marquis Yi de Zeng), Beijing, *Wenwu* 文物, 1989, 2 vol.
- JIANG Dingsui 蔣定穗, « Shilun Shaanxi chutu de Xi Zhou zhong » 試論陝西出土的西周鐘 (Sur les cloches des Zhou Occidentaux découvertes au Shaanxi), *Kaogu yu wenwu* 考古與文物 5, 1984, p. 86-100.
- LI Chun-Yi 李純一, « A Study of Shang-Yin bells », *Academia Sinica, AS/CJA Zhongguo Kaogu xuebao*, 3, 1957.
- LI Chun-Yi 李純一, « Zeng hou Yi bianzhong mingwen kaocha » 曾侯乙編鐘銘文考察 (Étude préliminaire sur les noms gravés sur les carillons du marquis Yi de Zeng), *Yinyue yanjiu* 音樂研究, 1981, 1, p. 218-239.
- LI Chun-Yi 李純一, *Zhongguo gudai yinyue shi gao* 中國古代音樂史稿 (Brouillons pour une histoire de la musique ancienne de la Chine), Yinshua Wenzhi ziliao 印刷文字資料, Beijing, Yinyue, 1984.
- LI Tingsong 李廷松, « Pipa lüxue » 琵琶律學 (Sur le tempérament du luth), *Yinyue lun cong* 音樂論叢, Beijing, 9, 1964, p. 147.
- MA Chengyuan 馬承源, « Shang Zhou qingtong shuangyin zhong » 商周青銅雙音鐘 [Two-pitch bells of the Shang-Zhou period], *Kaogu xuebao* 考古學報 1, 1981, p. 131-146.
- QIU Xigui 裘錫圭, « Tantan Suixian Zeng hou Yi mu de wenzi ziliao » 談談隨縣曾侯乙墓的文字資料 (À propos des matériaux écrits de la tombe du marquis Yi de Zeng à Suixian), *Wenwu* 文物, 1979, n° 7.
- SICHUAN BOWUGUAN 四川省博物館, « Sichuan Fuling diqu Xiaotian xi Zhanguo tukeng mu qingli jianbao » 四川涪陵地區小田溪戰國土坑墓清理簡報 [Rapport préliminaire sur une tombe des Royaumes combattants à Xiaotian xi, Fuling, Sichuan], *Wenwu* 文物, 1974, n° 5, p. 61-83.
- WU Zhao 吳釗 et LIU Dongsheng 劉東昇, *Zhongguo yinyue shi lüe* 中國音樂史略 (Abrégé d'histoire de la musique chinoise), Beijing, Renmin yinyue, 1983.
- YANG Yinliu 楊蔭瀏, « Xinyang chutu Chunqiu bianzhong de yinlü » 信陽出土春秋編鐘的音律 (L'échelle des hauteurs d'un carillon des Printemps et Automnes exhumé à Xinyang), *Yinyue yanjiu* 音樂研究, 1, 1959, trad. « Die Tonskalen des in Xinyang ausgegrabenen Glockenspiels aus der Frühlings- und Herbstperiode », *Beitrage zur Musikwissenschaft*, 1965, n° 2, p. 123-127.
- YANG Yinliu 楊蔭瀏, *Zhongguo gudai yinyue shi gao* 中國古代音樂史稿 (Brouillons pour une histoire de la musique ancienne de la Chine), Beijing, Renmin yinyue, 1980.
- YANG Yinliu 楊蔭瀏, *Zhongguo yinyue shi gang* 中國音樂史綱 (Brouillons pour une histoire de la musique de la Chine ancienne), Beijing, Renmin yinyue, 1952.
- ZHONGYANG YINYUE XUEYUAN MINZU YINYUE YANJIUSUO DIAOCHA XI 中央音樂學院音樂研究所調查組 (Equipe du rapport de l'institut de recherches musicales du Conservatoire central de musique) [écrit par WANG Shixiang 王世襄], « Xinyang Zhanguo Chu mo chutu yueqi chubu diaocha ji » 信陽戰國楚墓出土樂器初步調查記 (Rapport d'étude sur les instruments de musique découverts dans une tombe Chu des Royaumes combattants à Xinyang), *Wenwu cankao ziliao* 文物參考資料, Beijing, 1, 1958, p. 15-25.

ZHUANG Benli 莊本立, *Zhongguo gudai zhi paixiao* 中國古代之排簫, Taipei, Bulletin of the Institute of Ethnology, Academia Sinica, 1963, avec résumé anglais (voir CHUANG Pen-Li).

Études en langues occidentales

- AMIOT, Joseph-Marie, *Mémoire de la Musique des Chinois tant anciens que modernes*, Paris, Nyon l'Ainé, 1779, rééd. Genève, Minkoff, 1973.
- BRENTJES, Burchard, « Archäologisches Neufunde aus der VR China », *Das Altertum* [Berlin, DDR] 1982, 2, p. 99-105.
- CHENG Yun, « Les "Neuf Chants" de Qu Yuan », *La Chine en construction*, N°5, mai 1985, p. 50-51.
- CHUANG Pen-Li [ZHUANG Benli], *Panpipes of Ancient China*, Taipei, Bulletin of the Institute of Ethnology, Academia Sinica, 1963.
- CONDOMINAS, Georges, « Le lithophone préhistorique de Ndut Lieng Krak », *BEFEO* XLV 2, 1954.
- COURANT, Maurice, « Essai historique sur la musique classique des Chinois », 1912, dans Albert LAVIGNAC, ed., *Encyclopédie de la musique et dictionnaire du conservatoire*, t. I, vol. 1. Paris, Delagrave, 1924, p. 77-241.
- DE WOSKIN, Kenneth, *A Song for One or Two*, Ann Arbor, Center fo Chinese Studies, 1982.
- DERK, Bodde, « The Chinese Cosmic Magic Known as "Watching for the Ether" », E. Glahn, ed., *Monumenta Serica Bernhard Karlgren Dedicata*, Copenhagen, 1959, p. 14-35.
- DURAND, Gilbert, *Les Structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris, Bordas, 1969.
- DUTRAIT, Noël, « Un trésor d'instruments de musique découvert en Chine », *Archæologia*, Paris, 150, 1981 p. 72-73.
- GIBSON, E. « Music and Musical Instruments of Shang », *Journal of the North China Branch of the Royal Society*, Shanghai, vol. LXVIII, 1937, p. 8-18
- GRANET, Marcel, *Danses et légendes de la Chine ancienne*. Paris, Alcan, 2 vol. Rééd. Paris, PUF, 1959, rééd. Plan de la Tour, Aujourd'hui, 1982.
- GRANET, Marcel, *La Pensée chinoise*, Paris, La Renaissance du Livre, 1934, rééd. Paris, Albin Michel, 1968.
- HARICH-SCHNEIDER, Eta, « The Earliest Sources of Chinese Music and their Survival in Japan », *Monumenta Sinica*, Tokyo, vol. XI n° 42, 1955, p. 85-103.
- HART, James, « The Discussion of the *wu-yi* Bells in the *Kuo Yü* », *Monumenta Serica* XXIX, 1970-1971.
- HUANG Xiangpeng, « Une salle de concert souterraine de 2400 ans », *Cultures*, UNESCO, 34/35.
- KAUFFMANN, Walter, *Musical References in the Chinese Classics*, Detroit, Information Coordinators, « Monographs in Musicology » 5, 1976.
- LALOY, Louis, « Hoâi-nân tzè [Huainan zi] et la musique », *T'oung Pao* XV, 4, 1944.
- NEEDHAM, Joseph & ROBINSON, Kenneth, « Sound ». *Science and Civilisation in China*, vol. IV,1, Cambridge, Cambridge University Press, 1962, p. 126-228.
- NEEDHAM, Joseph, *La Tradition scientifique chinoise*, Paris, Hermann, 1974.
- NEEDHAM, Joseph, *Science and Civilisation in China*, vol. IX, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.
- SISSAOURI, Vladimir, *Etude sur la musique ancienne de la Chine et du Japon*, Paris, Langues'O, Cahiers d'études chinoises 4, 1985.
- TCHEN, Ysia, *La Musique chinoise en France au XVIII^e siècle*, Paris, Publications orientalistes de France, 1974.
- THORP, R.L., « The Sui-Xian Tomb: Rethinking the Fifth Century », *Artibus Asiae*, Ascona, 1981.
- THOTE, Alain, « Instruments de musique », *Le Grand Atlas de l'archéologie*, Paris, Encyclopædia

Universalis, 1985, p. 268.

TONG Kin-Woon, « Shang Musical Instruments », *Asian Music*, XIV-2, 1983, XV-1, 1984, XV-2, 1984, p. 103-184.

TRASHER, Alan, « The Transverse Flute in Traditional Chinese Music », *Asian Music* X, 1978, p. 64.

VAN AALST, J. A., *Chinese Music*, Shanghai, Imperial Customs Series, vol. 6., 1884. Rééd. New York, Paragon, 1964.

VANDERMEERSCH, Léon, *Wangdao La voie royale*, Paris, EFEO, 1980.

WIEGER, Léon S.J., *Caractères chinois, étymologie, graphies, lexiques*, Hien-Hien 1932, rééd., Taizhong, Kuangchi Press, 1972.

Etudes d'acoustique

BIGELOW, A.L., *The Acoustically Balanced Carillon*, Princeton, Princeton University, School of Engineering, Department of Graphics, 1961.

CHEN Tong 陈通, ZHEN Da-Rui 郑大瑞, « Vibration of truncated elliptical cone and Chinese chime bells » 椭圆截锥的弯曲振动和编钟, *Acta Acustica* 声学学报 vol. 8 n° 3, May 1983, p. 129-134.

CHEN Yingshi 陈应时, « Ying yong lü xue » 应用律学 [Acoustique de la résonance], Xue Liang 薛良, ed., *Yinyue zhishi shouce* 音乐知识手册 [Manuel de musicologie], Beijing, Zhongguo wenlian 中国文联, 1984, p. 308-373.

ELLIS, Alexander von, « On the Musical Scales of Various Nations », *Journal of the Society of the Arts* vol. 33 no. 1688, 1885, p. 485-527.

FOKKER, A. D., « Acoustical Analysis of a Peal of Thirteen Chinese Bells », Amsterdam, Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen (comptes-rendus de l'Académie des Sciences néerlandaise), vol. 17 Series B, 1971, p. 257-262.

HUA Jueming et JIA Yunfu, « A Further Exploration on Design and Manufacture of the Chinese Ancient Chime Bells », *International Congress of the History of Science*, 16th, Bucarest, 1981, p. 583-590.

HUA Jueming et JIA Yunfu, « A Research on the Chinese Ancient Chime: its history, casting process, design and calculation », *Historia Scientiarum*, Tokyo, 23, 1982, p. 63-79.

LEHR, A., « A General Bell Formula », *Acustica* 2 n°1, 1952, p. 35-38.

MAHILLON, Victor Charles, *Elements d'acoustique musicale et instrumentale*, Bruxelles, 1874, rééd. Bruxelles, Les Amis de la musique, 1984.

MERSENNE, Marin, *L'Harmonie universelle*, Paris, 1636, rééd. François Lesure, Paris, CNRS, 1965.

ROSTOKER, William, BRONSON, Bennette, DVORAK, James, « The Cast-Iron Bells of China », *Technology and Culture*, The University of Chicago Press, vol. 25, N°4, octobre 1984, p. 751-760.

SHEN Sinyan, « Acoustics of Ancient Chinese Bells », *Scientific American*, vol. 256 n°1, avril 1987, p. 104-110, trad. fr. « Les anciennes cloches chinoises », *Pour la Science*, juin 1987, p. 100-108.

VIRDUNG, Sebastian, *Musica getuscht*, 1511, rééd. Christian MEYER, Paris, CNRS, 1980.

Discographie

YANG Kuangmin 杨匡民 (conseiller musical), TIAN Shiming 田世明, GONG Guofu 国富, LI Guangming 李光明, Yi Weihe 尹维鹤, XU Guru 许洁如, XIONG Minxue 熊敏学, YAO Mingzhong 姚明忠, PENG Xiancheng 彭先诚, ZHENG Danqing 郑丹清 (compositeurs), et al., *Guyue Xinsheng* 古乐新声 (Ancienne musique, nouveaux sons) Chime Music and Song, cassette Zhongjin 中金 8401, 1985.

Compléments 2002/2008

FALKENHAUSEN, Lothar von, *Suspended Music: Chime-bells in the culture of Bronze Age China*, Berkeley, Los Angeles, University of California Press, 1993.

PICARD, François, « La connaissance et l'étude de la musique chinoise, une histoire brève », *Revue Bibliographique de Sinologie*, 1996, p. 265-272.

PICARD, François, « Le carillon de huit cloches yongzhong du Museum für Ostasiatische Kunst de Cologne », traduit en allemand par Christoph Caskel, dans Lothar von FALKENHAUSEN, *Klangvorrat für die Nachwelt, Neune chinesischen Bronzeglocken der Sammlung Peter und Irene Ludwig*, Cologne, Museum für Ostasiatische Kunst Köln, 2000.

Dictionnaire Ricci de la Langue chinoise, 7 volumes, Paris/Taibei, Instituts Ricci, Desclée de Brouwer, 2001.

Tuning & temperament bibliography <http://www.xs4all.nl/~huygensf/doc/bib.html>