

# Le Rossignol et l'Empereur

Didier Debril (Informatique musicale & synthétiseurs) & Jean-Pierre Menuge (flûte)



# Les prémices du projet

A la base de ce projet, un repas amical en janvier 2018 à Eu, chez le président honoraire des Heures Musicales de la vallée de la Bresle, Jean-Claude Chedeville avec Jean-Pierre Menuge et Didier Debril. Dans le fil de la discussion, Jean-Pierre évoque le concert qu'il vient de donner autour du conte le Rossignol et l'Empereur de Hans Christian Andersen et pour lequel outre son rôle de soliste, il est aussi récitant. Et là, sous l'effet grisant de la discussion, l'idée jaillit : « *mais on pourrait en faire une création flûte et informatique musicale...* » suggère à Didier, Jean-Pierre Menuge.

D'emblée, il est apparu que le temps était un atout, un luxe. De fait, il n'y avait pas de contrainte de date de concerts programmés, ce qui laissait le temps pour créer les différentes musiques.

L'idée était d'une part que l'ordinateur érigé en instrument musical (lutherie informatique) rythme la lecture du conte, et d'autre part que la flûte amplifiée de Jean-Pierre Menuge puisse être traitée électroniquement ou jouer avec des timbres de synthétiseurs virtuels ou hardware.

La partie informatique musicale devait suggérer la musique chinoise dans de courtes séquences et le chant du rossignol être mélangé avec un traitement électroacoustique voire être simulé en synthèse électronique.



## Première étape : la documentation sur la musique chinoise

Didier Debril : A dire vrai, je connaissais peu de choses sur la musique chinoise, en dehors de souvenirs de mélodies sirupeuses écoutées dans des restaurants chinois ainsi qu'une vague idée d'un mode se rapprochant du mode pentatonique mineur et pouvant-être joué sur les cinq touches noires d'un piano.

Les premières recherches sur Internet pour obtenir une documentation furent d'emblée encourageantes à partir de l'expression clé « *musique chinoise ancienne* ».

Un des premiers sites référencés, « *Chine Ancienne* » s'est révélé très riche d'enseignement car ce dernier recense et met en ligne les textes de Jésuites ou d'européens partis en Chine dès le XVIIIe siècle tels :

Joseph Marie Amiot : *la musique des Chinois* (1718-1793) : <https://www.chineancienne.fr/17e-18e-s/memoires-concernant-les-chinois/amiot-la-musique-des-chinois/>

Jean-Benjamin de La Borde (1734-1794): *de la musique des Chinois. Extrait de Essai sur la musique* : <https://www.chineancienne.fr/de-la-borde-de-la-musique-des-chinois/>

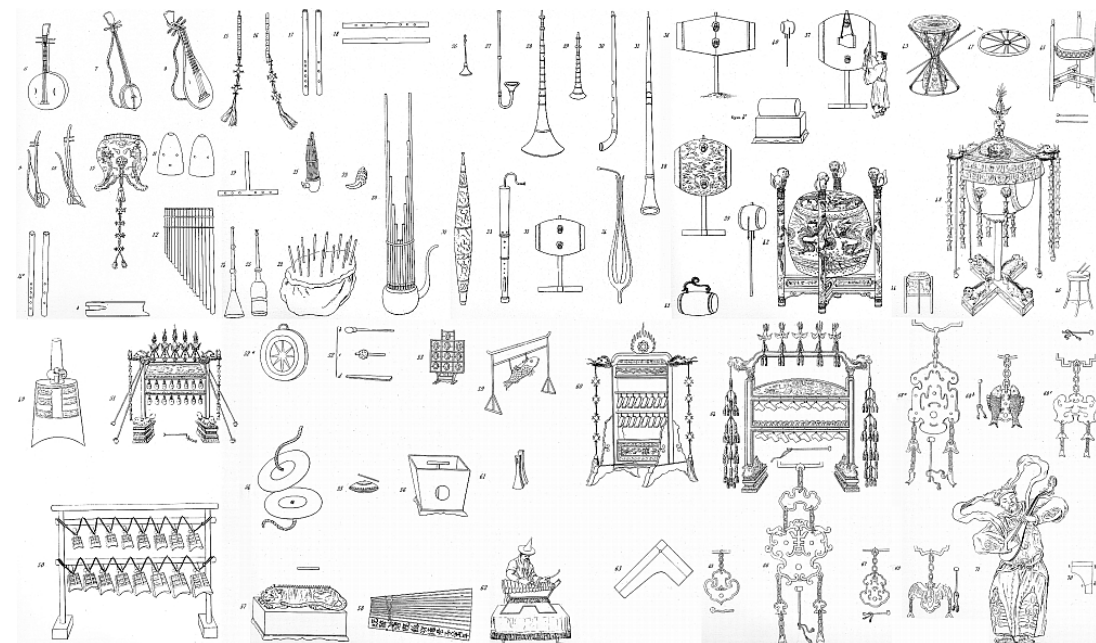
Adrien de la Fage (1801-1862) : *Musique des Chinois. Liv. I d'Histoire générale de la musique* : <https://www.chineancienne.fr/de-la-fage-hist-generale-de-la-musique-les-chinois/>

Charlotte Deveria-Thomas (1856-1885): *Essai nouveau sur la musique chez les Chinois* : <https://www.chineancienne.fr/de-la-fage-hist-generale-de-la-musique-les-chinois/>

Maurice Courant (1865-1935) : *Essai historique sur la musique classique des Chinois* : <https://www.chineancienne.fr/debut-20e-s/courant-essai-historique-sur-la-musique-classique-des-chinois/>

Louis Laloy (1874-1944) : *La Musique Chinoise* (<https://www.chineancienne.fr/debut-20e-s/laloy-la-musique-chinoise/#tele>)

Ces différents ouvrages se sont révélés une bonne base de départ pour étudier et analyser cette musique. Et ce d'autant plus, que plusieurs de ses publications étaient illustrées par des descriptions et des dessins des instruments utilisés par les chinois mais aussi par des extraits de relevés de thèmes et notés en partition par les auteurs des ouvrages.



## Le tempérament égal

Dans cette approche de la musique ancienne, une de mes grandes surprises fut de découvrir à partir de l'ouvrage « *la musique des Chinois* » du jésuite *Joseph Marie Amiot* (1718-1793) tout l'historique des calculs qui amenèrent les chinois au tempérament égal, et notamment par les contributions du prince *Tsai-yu*, notamment en l'an 1596. Ci-dessous, un extrait du texte et de sa note 4 complémentaire sur le tempérament égal ainsi que la précision sur le prince *Tsai-Yu* : « *C'est dans ces sources, ainsi que dans les livres classiques & dans les mémoires qui ont servi pour la composition de p.033 l'histoire des trois premières dynasties que l'illustre prince Tsai-yu, de la famille impériale des Ming, aidé des plus habiles lettrés de son temps, puisa le vrai système de l'ancienne musique chinoise, qu'il a développé dans un ouvrage sur les lu (1)* », page 28 :

« (...) Mais c'est seulement le prince *Tsai-yu* qui revint résolument au tempérament 3 ; il y fut amené en remarquant que les *hwei* ou tons marqués sur la table d'harmonie du *khin* 112, ne répondent nullement aux *lyu* ; ils indiquent les divisions simples de la corde et fournissent les valeurs acoustiques de l'octave, de la quinte, de la tierce, etc.

« Je réfléchis jour et nuit à cette difficulté, écrit le prince, et un matin je fus tout à coup éclairé ; je m'aperçus que les *lyu* anciens ne sont rien de plus que des sons approchés. C'est ce que depuis deux mille ans les théoriciens des *lyu* n'avaient pas vu, alors que seuls les joueurs de *khin*, par une tradition d'origine inconnue remontant certainement à l'antiquité, fixaient les *hwei* au quart, au tiers, etc., de la longueur. Mais cela n'était pas écrit.

*Ce principe de division fournit sans conteste une harmonie plus parfaite que celle des quintes justes ; mais le prince ne s'en contenta pas, et il arriva au tempérament égal, par quel raisonnement, par quel procédé de calcul, il l'a malheureusement indiqué trop succinctement (4).* »

4. La tradition, dit le prince *Tsai-yu* (N° 83, Y. I. t., liv. 62, f. 2, etc. ; liv. 61, f. 5, etc. — N° 75, liv. 1, sections 4, 5, 6), attribuée au *hwang-tchong* fondamental longueur 1 pied, circonférence interne 1 pouce ; mais il ne faut pas oublier que le pied musical est de 9 pouces, soit 81 lignes ; si l'on prend 90 lignes pour longueur, la circonférence ne peut plus être de 9 lignes ; toutefois cette erreur a été souvent commise, Pour la facilité des calculs, on préférera au nombre 81 le nombre 100 divisé en 10 pouces de 10 lignes ; les proportions du tuyau sont conservées et la circonférence interne est fixée à 100/9, soit 11 lignes 111. En partant de cette donnée, on admet pour les octaves inférieure et supérieure respectivement 200 lignes et 50 lignes. Pour le rapport des longueurs d'un *lyu* au *lyu* immédiatement supérieur, l'auteur prend l'expression 1.000.000.000/1.059.463.094 ; il commence même par donner le dénominateur avec quinze chiffres de plus. Ce dénominateur n'est autre que  $12\sqrt{2}$  ; en effet, en prenant ce nombre 12 fois comme diviseur de la longueur fondamentale, on aura finalement divisé par  $(12\sqrt{2})^{12} = 2$  ; on trouve ainsi la longueur du tuyau donnant l'octave. Comment le prince héritier de *Tcheng* a-t-il calculé ce nombre ? Il ne l'explique pas.

1. Le prince *Tsai-yu* le présenta à l'empereur *Ouan-ly*, à la troisième lune de l'année *Ping-chen*, trente-troisième du cycle, & la vingt-quatrième du règne de cet empereur, c'est-à-dire, l'an 1596. *Tsai-yu* était fils d'un prince tributaire, de la famille impériale des *Ming*, à qui l'empereur *Ouan-ly* avait donné le titre de *tcheng-ouang*. L'ouvrage du prince son fils fut imprimé la trente-troisième année du cycle, c'est-à-dire, en 1596, la même année que cet ouvrage avait été présenté à l'empereur.



# Les outils : Composition & Ecriture Assistée par Ordinateur & Analyse Computationnelle

Pour la composition et l'analyse musicale j'utilise deux logiciels de CAO/EAO (Composition Assistée/Ecrite Assistée par Ordinateur) : [Open Music](#) (OM) de l'IRCAM et [OPUMODUS](#) (OPMO) créé par le compositeur Janusz Podrazik. Open Music est un langage de programmation visuel basé sur Lisp et il est distribué gratuitement par l'IRCAM sur les plates-formes Mac et PC, alors qu'Opusmodus basé lui aussi sur Lisp se programme à partir de scripts, il est payant et exclusivement sur Mac. Il se distingue aussi par l'intégration d'un éditeur de partitions sophistiqué ainsi que de nombreux outils graphiques (diagrammes, cercles) très utiles pour illustrer des analyses, des communications musicologiques. Ces deux logiciels, qui partagent un certain nombre de fonctions semblables, sont complémentaires et permettent sur le matériau musical de très nombreuses opérations de transformations et d'analyses.

Ces deux logiciels de CAO/EAO proposent de façon native les outils d'analyse et de composition issus dite de la Set Theory. Sans entrer dans les détails, cette méthode d'analyse et de composition a été développée par Allen Forte (*Structure of Atonal Music*, 1973) suite aux travaux du compositeur Milton Babbitt (*The Function of Set Structure in the Twelve Tone System*, 1946). Cet outil a été adopté par une grande majorité de musicologues contemporains et est couramment utilisé dans les centres de Recherches tels l'Ircam, le MIT, Stanford, etc. La Set Theory utilise la notation en entiers *modulo 12* qui se révèle très utile pour l'analyse et la composition avec les 12 sons en raison de son équivalence d'octave et enharmonique. L'échelle chromatique de Do à Si est représentée par une notation en entiers de 0 à 11 comme on peut le voir dans la figure ci-dessous. Cette notation *mod 12* correspond à la division horaire d'un cadran d'horloge ou aéronautique mais aussi à la façon dont on peut donner l'heure. *Quelle heure est-il ? Il est 3 heures de l'après-midi, soit 15 heures*. Sans le savoir, on a utilisé naturellement une *conversion modulo 12* en déduisant de 15 heures, 12 heures :  $15 - 12 = 3$ . Cette notation en entiers est aussi utilisée pour visualiser les intervalles de la seconde mineure à la septième majeure et leurs renversements.



Equivalence d'octave et enharmonique.



Cadran aéronautique avec équivalence modulo 12.



Notation des intervalles et de leur renversement Mod 12 et leur représentation dans un cercle.



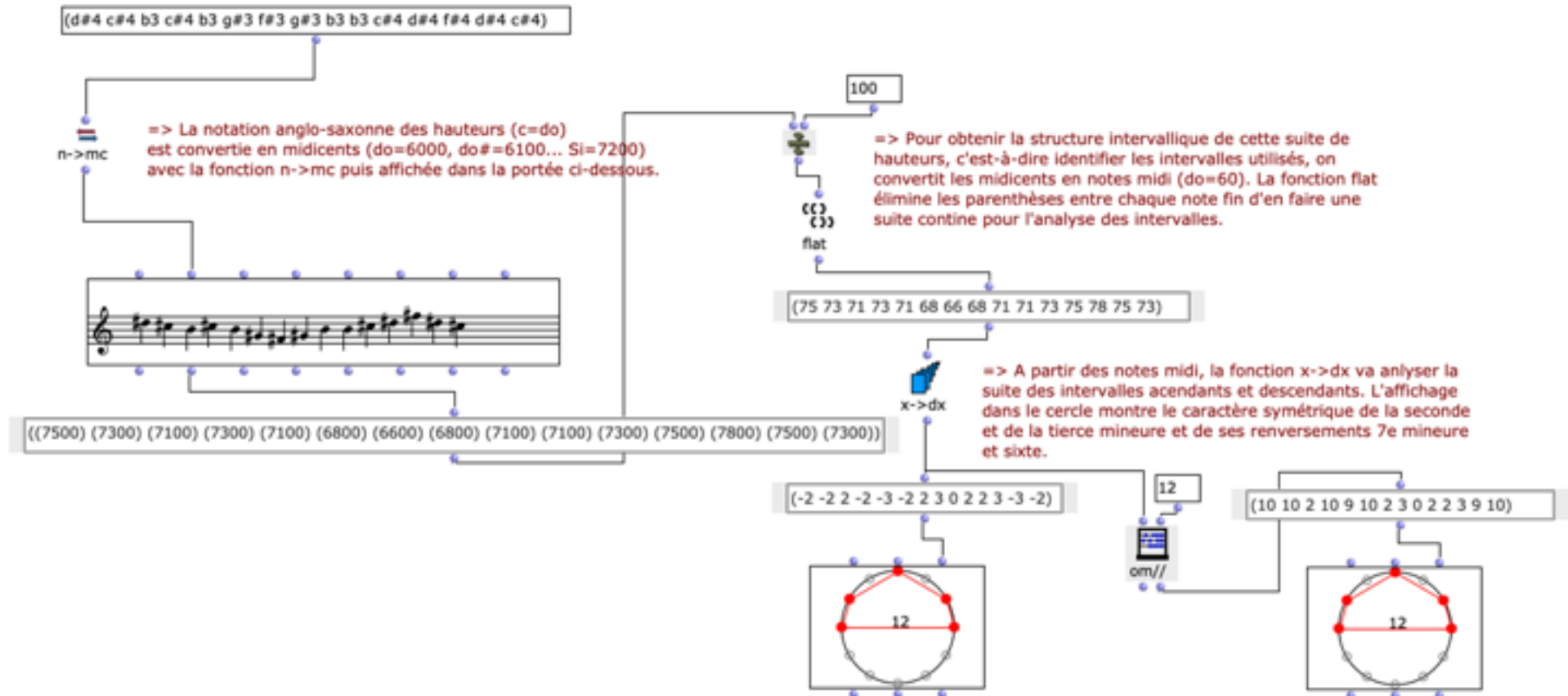
# Analyse computationnelle avec les outils de la CAO (Composition Assistée par Ordinateur)

Lent (?) — Moderato (?)  
1<sup>er</sup> VERS

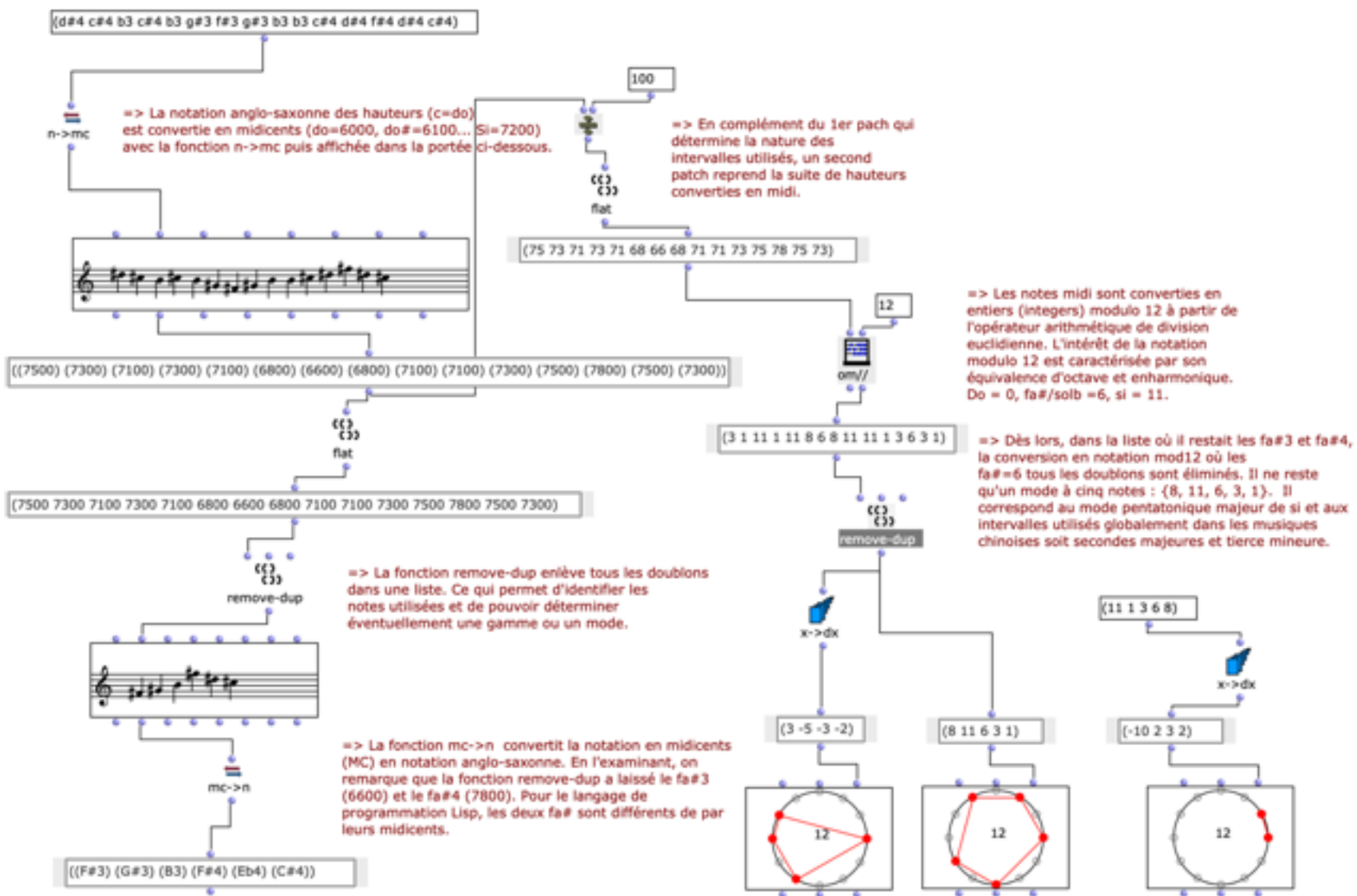
Seū wên\_ heou\_tsi khē-phéi pi\_

tambour  
tambouria  
tambouria  
tambour  
tambouria  
tambouria  
tambouria  
tambour  
tambouria  
tambouria  
tambouria

Ci-contre, la figure de gauche montre un patch créé avec Open Music et qui analyse la mélodie relevée par Maurice Courant (1865-1935) : *Essai historique sur la musique classique des Chinois* : . Le patch a pour objectif d'identifier la suite d'intervalles utilisés, soit dans ce cas ici : des secondes (2) et des tierces mineures (3) et leurs renversements 7<sup>e</sup> (-2/10) mineures et sixtes majeures (-3/9), exprimés par pas de demi-tons.



# Suite Analyse avec Open Music : identification des intervalles et du mode



# Analyse de l'Hymne de Confucius avec Opusmodus

Très lent

1e strophe. Introduction des esprits.

Tá tsūi siuēn chéng, táo tŭ tswēu tchhōng.

Chant en La

Initiale: 1.6<sup>te</sup> de La

Orchestre en Mi

Wēi tchhī wāng lwá, seū mìn chí tsōng. Tiēn seū yeuò tchhōng.

tsīng tchhwen ping lōng. Chèn khī lài kǎ, wōū tchhō chéng yōng.

A la différence d'Open Music qui utilise un langage de programmation visuel basé sur le Lisp, avec des fonctions illustrées par des icônes et qu'on connecte entre elles, Opusmodus basé lui aussi sur le Lisp privilégie la programmation à partir de scripts, en codant les fonctions prédéfinies. Différentes opérations et calculs peuvent s'effectuer sur des listes de hauteurs identifiées par des variables. La création de scripts peut sembler plus abstraite que la création de patches avec Open Music mais on se rend vite compte qu'il y a un certain nombre de fonctions Lisp similaires, seule leur représentation est différente.

A partir de l'hymne de Confucius relevé par Amiot et repris par Courant l'objectif est d'identifier les intervalles et le mode utilisés. De prime abord, l'écriture de la basse est transposée à la quarte une octave plus basse soit pour OPMO : -17 (-12 pour l'octave et -5 pour la quarte). La fonction `pitch-to-interval` permet de calculer la suite d'intervalles dans une mélodie ou d'une suite d'accords. Elle permet de vérifier que les notes de basse sont écrites à la quarte une octave plus basse soit moins 17 demi-tons.

On affecte à la liste des dyades un nom de variable, ici Hymne :

```
(setf Hymne '((fs4 cs3) (cs5 gs3) (b4 fs3) (a4 e3) (fs4 cs3) (a4 e3) (b4 fs3) (a4 e3)))
```

Puis on utilise la fonction `pitch-to-interval` pour déterminer entre chaque hauteur l'intervalle utilisé :

```
(setf intervals (pitch-to-interval Hymne))
```

⇒ ((-17) (24 -17) (15 -17) (15 -17) (14 -17) (20 -17) (19 -17) (15 -17)) Le résultat obtenu (-17) confirme la transposition pour la basse.

Toujours avec Opusmodus, on peut affiner l'analyse en utilisant les outils de la Set Theory et obtenir ainsi plusieurs informations sur les dyades utilisées. La fonction `pcs-analysis` se révèle fort pratique. Toutefois, elle suppose que toutes les hauteurs soient fixées dans l'octave 4. La fonction `modus` va automatiquement convertir les notes en entiers, en « Pitch Class » ou classes de hauteurs (CH) puis la fonction `integer-to-pitch` convertit les entiers en notation anglo-saxonne :

```
(integer-to-pitch (modus Hymne)) => ((6 1) (1 8) (11 6) (9 4) (6 1) (9 4) (11 6) (9 4)) => ((fs4 cs4) (cs4 gs4) (b4 fs4) (a4 e4) (fs4 cs4) (a4 e4) (b4 fs4) (a4 e4))
```

Dès lors, toutes les hauteurs étant à l'octave 4, la fonction `pcs-analysis` peut-être utilisée emboîtée avec les autres :

```
(setf analysys (pcs-analysis (integer-to-pitch (modus Hymne))))
```

Original Prime Order: ((6 1) (1 8) (11 6) (9 4) (6 1) (9 4) (11 6) (9 4))

Pitch: ((fs4 cs4) (cs4 gs4) (b4 fs4) (a4 e4) (fs4 cs4) (a4 e4) (b4 fs4) (a4 e4))

Inversion: ((6 11) (11 4) (1 6) (3 8) (6 11) (3 8) (1 6) (3 8))

**Forte:** (2-5 2-5 2-5 2-5 2-5 2-5 2-5 2-5)

Directed Interval Vector: ((5 5) (5 5) (5 5) (5 5) (5 5) (5 5) (5 5) (5 5))

**Interval Vector:** ((0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0) (0 0 0 1 0))

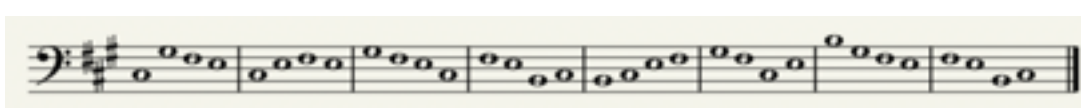
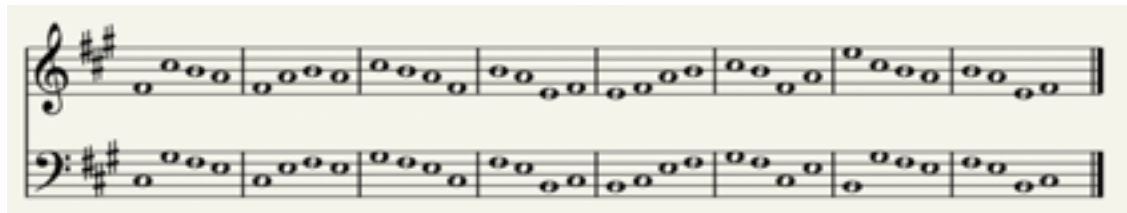
**Interval Class:** ((5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5))

Quelques observations. *Allen Forte* a procédé à une classification des accords, de blocs de hauteurs, etc. Dans la ligne *Forte* chacune des dyades est classifiée **2-5** soit 2 pour deux notes et 5 pour sa classe d'intervalle soit la quarte. Ce qui est confirmé par la ligne *Interval Class* : 5.

Enfin, l'*Interval Vector* recense de gauche à droite dans un accord ou un bloc de notes le nombre d'occurrences des intervalles de seconde mineure, seconde, tierce mineure, tierce, quarte et quarte augmentée. Ici : (0 0 0 1 0) indique que dans {fa#/6, do#/1} l'intervalle est celui d'une quarte : 6 - 1 = 5.



# Notation avec Opusmodus



```
(setf chant '(
(w fs4 cs5 b4 a4) ; m1
(w fs4 a4 b4 a4) ; m2
(w cs5 b4 a4 fs4) ; m3
(w b4 a4 e4 fs4) ; m4
(w e4 fs4 a4 b4) ; m5
(w cs5 b4 fs4 a4) ; m6
(w e5 cs5 b4 a4) ; m7
(w b4 a4 e4 fs4) ; m8))
```

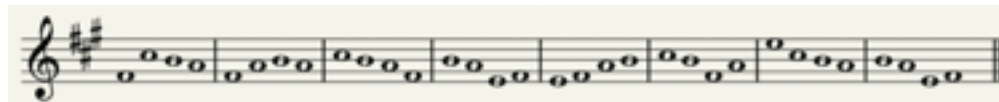
```
(setf orchestre '(
(w cs3 gs3 fs3 e3) ; m1
(w cs3 e3 fs3 e3) ; m2
(w gs3 fs3 e3 cs3) ; m3
(w fs3 e3 b2 cs3) ; m4
(w b2 cs3 e3 fs3) ; m5
(w gs3 fs3 cs3 e3) ; m6
(w b2 gs3 fs3 e3) ; m7
(w fs3 e3 b2 cs3) ; m8))
```

Mais Opusmodus est avant tout un logiciel de Composition Assistée par Ordinateur (CAO), c'est-à-dire qu'il permet d'effectuer des opérations sur le matériau musical et qui ont comme limites la seule imagination. En exemple, la ligne de basse qui à gauche est créée sous la variable `orchestre` à partir des hauteurs est créée ci-dessus par la transposition à la quarte d'une octave plus basse de la variable `chant` avec la fonction `pitch-transpose -17` :

```
(setf orchestre1 (pitch-transpose -17 chant))
```

La même fonction mais en sens inverse va recréer la portée de la ligne mélodique représentée par la variable `chant1` :

```
(setf chant1 (pitch-transpose 17 orchestre1))
```



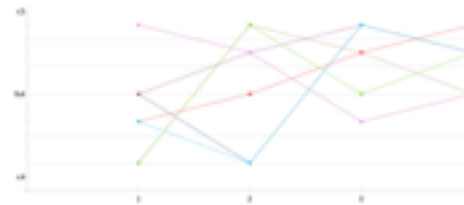
```
(def-score Confucius
(:title "Hymne Confucius"
:key-signature '(a maj)
:time-signature '(16 4)
:ignore-time-signature t
:tempo '45
:ignore-tempo t
:layout (list (treble-layout 'inst)
(bass-layout 'inst1)))
```

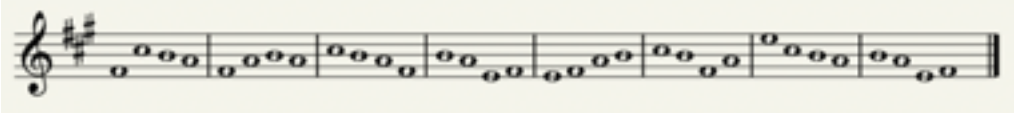
```
(inst :omn chant
:channel 1
:port 1)
(inst1 :omn orchestre
:channel 1
:port 2))
```

L'écriture d'une partition avec OPMO s'effectue sur la base de la notation anglo-saxonne où C=do et associé à l'octave. Avec, toutefois, une petite différence, le # est remplacé par un « s » pour **fs4 = fa#4**. Les durées sont similaires aux éditeurs de partitions ou séquenceurs : **w**=ronde, **h**=blanche, **q**=noire, **e**=croche, **s**=double croche, **t**=triple croche, **x**=quadruple croche, **u**=quintuple croche, **y**=sixtuple croche. L'instrumentarium (ci-contre à gauche) est modulable, on définit les différents paramètres de la partition (armure, tempo, signature rythmique, etc.), le choix des portées d'instruments. Le système est très souple malgré son aspect abstrait et l'insertion de lignes apparentées à du code avec des fonctions prédéfinies.

Sur cette ligne mélodique représentée par la variable `chant1`, on va effectuer un certain nombre d'opérations avec pour objectif de déterminer le mode chinois qui a été utilisé pour créer cet extrait de l'hymne à Confucius.

Une opération similaire à celle qui a été effectuée avec *Open Music* (page 6) et avec laquelle à partir de la mélodie on supprimait les doublons et on obtenait ainsi les notes permettant de définir le mode utilisé.





Transposition à la quarte et à l'octave supérieure :

```
(setf chant1 (pitch-transpose 17 orchestre1)) ->
((w fs4 cs5 b4 a4) (w fs4 a4 b4 a4) (w cs5 b4 a4 fs4) (w b4 a4 e4 fs4) (w e4 fs4 a4 b4) (w cs5 b4 fs4 a4) (w e5 cs5 b4 a4) (w b4 a4 e4 fs4))
(setf AnalyseChant (integer-to-pitch (modus chant1))) :
Les hauteurs à l'octave 5 sont ramenées à l'octave 4 avec la fonction modus qui les convertit en entiers ((6 1 11 9) (6 9 11 9) (1 11 9 6) (11 9 4 6) (4 6 9 11) (1 11 6 9) (4 1 11 9) (11 9 4 6)) puis à nouveau en hauteurs avec la fonction integer-to-pitch :
(setf AnalyseChant (integer-to-pitch (modus chant1))) ->
((fs4 cs4 b4 a4) (fs4 a4 b4 a4) (cs4 b4 a4 fs4) (b4 a4 e4 fs4) (e4 fs4 a4 b4) (cs4 b4 fs4 a4) (e4 cs4 b4 a4) (b4 a4 e4 fs4))
A partir de cette liste on peut effectuer diverses opérations dont une conversion dans un cercle et qui déjà indique les classes de hauteurs du mode : {1, 4, 6, 9} :
(circle-pitch-plot AnalyseChant :style :fill)
```



(pcs-analysis AnalyseChant) :

```
Original Prime Order: ((6 1 11 9) (6 9 11 9) (1 11 9 6) (11 9 4 6) (4 6 9 11) (1 11 6 9) (4 1 11 9) (11 9 4 6))
Pitch: ((fs4 cs4 b4 a4) (fs4 a4 b4 a4) (cs4 b4 a4 fs4) (b4 a4 e4 fs4) (e4 fs4 a4 b4) (cs4 b4 fs4 a4) (e4 cs4 b4 a4) (b4 a4 e4 fs4))
Forte: (4-22b 3-7b 4-22b 4-23 4-23 4-22b 4-22 4-23)
Interval Vector: ((0 2 1 1 2 0) (0 2 2 0 1 0) (0 2 1 1 2 0) (0 2 1 0 3 0) (0 2 1 0 3 0) (0 2 1 1 2 0) (0 2 1 1 2 0) (0 2 1 0 3 0))
Interval Class: ((5 2 2) (3 2 2) (2 2 3) (2 5 2) (2 3 2) (2 5 3) (3 2 2) (2 5 2))
```

```
(setf AnalyseChant1 (flatten (integer-to-pitch (modus chant1))))
Avec la fonction flatten, les 8 mesures sont converties en une seule séquence dans l'octave 4 :
(fs4 cs4 b4 a4 fs4 a4 b4 a4 cs4 b4 a4 fs4 b4 a4 e4 fs4 e4 fs4 a4 b4 cs4 b4 fs4 a4 e4 cs4 b4 a4 b4 a4 e4 fs4)
(setf IdentificatChant (remove-duplicates AnalyseChant1))
Et avec la fonction remove-duplicates on supprime toutes hauteurs en doublon et le résultat de cette opération affiche les hauteurs du mode utilisé : (cs4 b4 a4 e4 fs4)
```



# Le Rossignol et l'Empereur

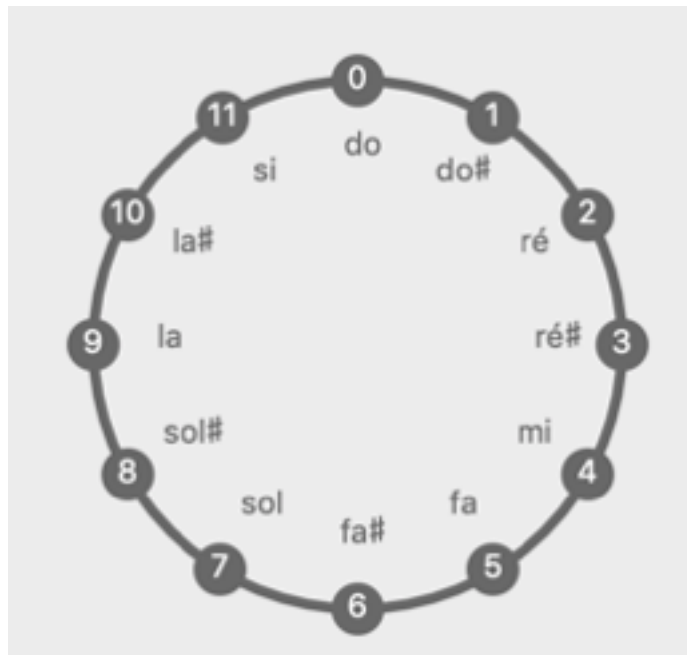
Didier Debril (Informatique musicale & synthétiseurs) & Jean-Pierre Menuge (flûte & synthétiseur)

CHROMATISME

CHROMATISME1

MODEGONGSCALE

Structure intervallique en demi-tons:  
2 2 3 2  
Soit seconde/seconde/tierce mineure/seconde



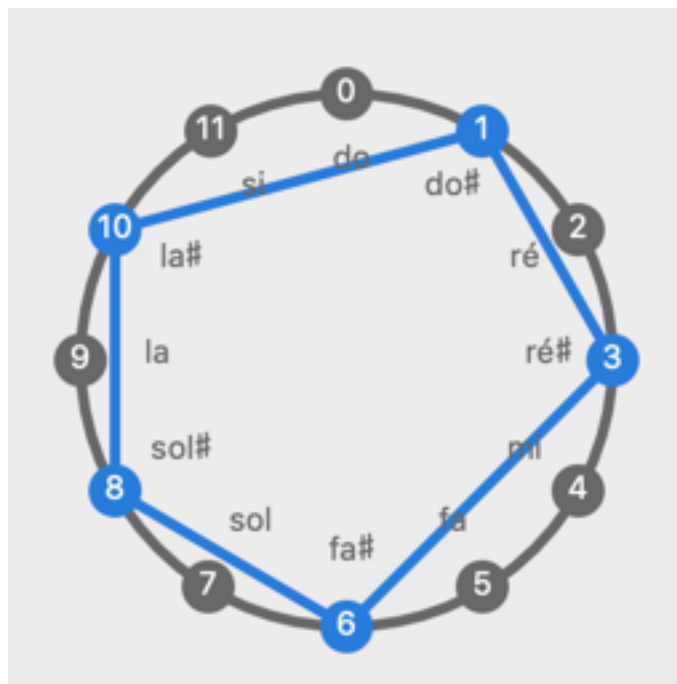
CH : (02479)  
 ECH : {0,2,4,7,9}  
 Nom : 5-35  
 Z-mate :  
 SI : (2,2,3,2,3)  
 VI : (032140)

ECH : Ensemble de Classes de hauteurs,  
 CH : Classe de hauteurs, SI : Structure Intervallique, VI : Vecteur Intervallique

La transposition du mode Gong-Scale au triton (6 demi-tons)

=> Fa# Sol# La# Do# Ré#

=> Soit les cinq touches noires d'un clavier

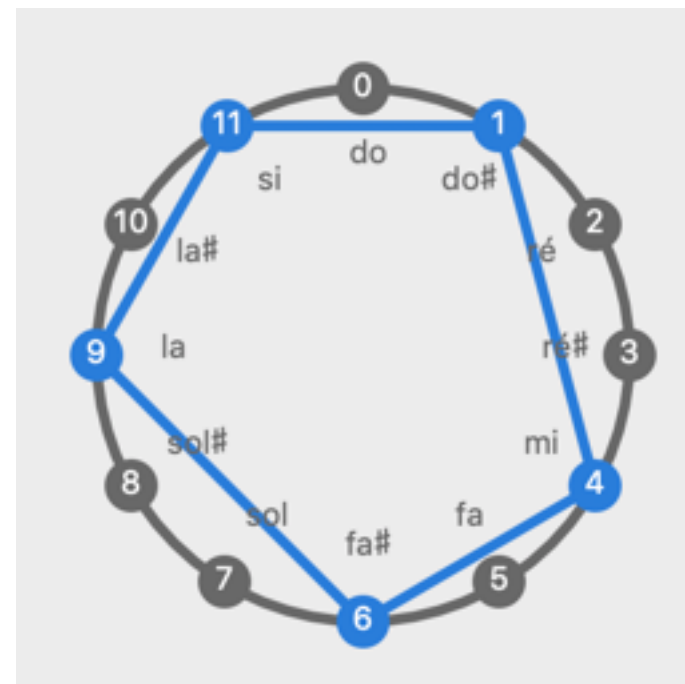


Calcul de la transposition

$$0 + 6 = 6 + 2 = 8 + 2 = 10 + 3 = 1 + 2 = 3$$

La transposition du mode Gong-Scale à la sixte (9 demi-tons)

=> La Si Do# Mi Fa#



Calcul de la transposition

$$0 + 9 = 9 + 2 = 11 + 2 = 1 + 3 = 4 + 2 = 6$$

[c4 d4 e4 g4 a4 g4 e4 g4 g4 e4 d4 c4 c4 e4 d4 c4 a3 g3 c4 d4]

### Mode Gong-Scale

AnalysePhras

[200 200 300 200 -200 200 -500 300 0 -300 -200 -200 0 400 -200 -200 -300 -200 500 200 200 300 200]

[(2 2 3 2 -2 2 -5 3 0 -3 -2 -2 0 4 -2 -2 -3 -2 5 2 3 2)]

[[-2 5 2 2 3 2]]

[[(10 5 2 2 3 2)]]

[[(0 2 4 7 9)]]

[[(0 2 4 7 9 7 9 4 7 7 4 2 0 0 4 2 0 9 7 0 2 4 7 9)]]

6600

TranspoPhras

[F#3 G#3 Bb3 C#4 Eb4 C#4 Eb4 Bb3 C#4 C#4 Bb3 G#3 F#3 F#3 Bb3 G#3 F#3 Eb3 C#3 F#3 G#3 Bb3 C#4 Eb]

6600

TranspoMode

[F#3 G#3 Bb3 C#4 Eb4]

[(2 2 3 2)]

[(6 8 10 1 3)]

6900

TranspoModel

[A3 B3 C#4 D4 F#4]

[(2 2 3 2)]

[(9 11 1 4 6)]