

# Un son... cosmique

Yaël Nazé

La musique et l'astronomie partagent une longue histoire commune. Bien sûr, il y a ces savants férus de musique, et aussi ces musiciens appréciant l'astronomie (Massenet, Saint-Saëns...). On connaît même un musicien devenu astronome, William Herschel (découvreur d'Uranus), et un astronome devenu musicien, Brian May (guitariste de Queen).

Toutefois, les points communs dépassent les personnes, et les accords portent même sur la nature du cosmos. Il sera donc ici véritablement question de *son*. Avez-vous entendu bruisser la Lune ? Et sinon, pourquoi ne pas l'imaginer, et peupler le cosmos de notes astrales ? Dans ce domaine, il y eut de grands succès, tant musicaux que scientifiques, mais aussi des mélodies moins intéressantes. Petit tour d'horizon de ces rencontres (im)probables !

## L'harmonie des sphères

Faites glisser votre magazine jusque vous, à travers la table ; touillez dans votre casserole qui frémit ; promenez-vous en bottes dans la neige immaculée ; glissez doucement l'archet sur le violon... Entendez-vous ? Le frottement de deux corps l'un contre l'autre produit un son, plus ou moins mélodieux. Cela semble une loi universelle, connue depuis la nuit des temps.

Regardez maintenant vers le haut : là-bas, le ciel avec ses étoiles et ses planètes se dévoile. Est-ce différent là-haut ? Bien sûr, me direz-vous ! Il n'y a pas d'air dans l'espace, donc pas de son... Oui, mais cela, c'est la connaissance actuelle. Par le passé, les Grecs imaginaient que les planètes se trouvaient sur des sphères qui *glissaient* l'une sur l'autre. Forcément, un *bruit* devait être produit. Le vide étant peu en faveur chez ces philosophes,

le son se propageait sans problème, jusque nos oreilles. Pourtant, on n'entend rien... à tout problème, une solution, voire plusieurs : nos vénérables anciens très imaginatifs en avaient à proposer. Par exemple, ils considéraient que nous étions si habitués à ces sons célestes, depuis notre naissance, que nous ne les entendions plus ; seuls parfois les enfants ou les simples d'esprit se rendaient compte de cette musique...

Bien sûr, puisque le ciel était forcément parfait, ce bruit généré par les sphères devait être beau, harmonieux. C'est ainsi que naquit le concept d'*harmonie des sphères*. On ne se contenta pas alors de vagues idées : chaque objet céleste se vit attribuer une note parfaite. La musique terrestre, en utilisant ces notes, devait tendre vers l'idéale harmonie des cieux. Pour s'en rendre compte aujourd'hui, il ne reste hélas plus beaucoup d'exemples de musique antique. Parmi eux, l'*Hymne au Soleil* de Mésomède de Crète (2<sup>e</sup> siècle). Comme son titre l'indique, il se concentre sur l'astre du jour, mentionnant Lune, Terre, et étoiles en passant, mais pas les autres planètes. Cette tradition astromusicale survécut à l'Antiquité : ainsi, au Moyen-Âge, la base de l'enseignement, le quadrivium, rassemblait arithmétique, géométrie, astronomie et... musique !

Mais comment ça marche exactement ? A priori, l'analogie est complète : la gamme compte sept notes de base et le ciel sept « planètes »<sup>2</sup>. Reste à faire l'association entre les deux – trouver la proportion planétaire qui fait pendant à la proportion musicale. Dans l'Antiquité, on évoque souvent un lien entre la distance de la planète considérée et la hauteur de la note émise, mais parfois, certains auteurs préfèrent lier vitesse de l'objet et fréquence.

## Harmonie pythagoricienne

Toute note est caractérisée par quatre propriétés : la hauteur, la durée, l'intensité, et le timbre. La durée permet de savoir si le son est court ou long ; l'intensité si le son est fort ou faible ; le timbre permet de reconnaître un « la » produit par un violon d'un « la » produit par un piano<sup>1</sup>. La hauteur, elle, est liée à la fréquence et permet de distinguer un son aigu (haute fréquence) d'un son grave (basse fréquence). Elle dépend de la taille : ainsi, un tuyau d'orgue ou une corde deux fois plus longs émettront un son de fréquence deux fois plus faible – une relation connue depuis l'Antiquité.

Toutes les fréquences ne sont pas égales, cependant. Les Anciens avaient remarqué que certaines associations de notes étaient particulièrement plaisantes à l'oreille. Ainsi, Pythagore aurait porté au pinacle l'octave et la quinte. Une octave est l'intervalle entre une fréquence et son double ; la quinte entre une fréquence et celle qui vaut une fois et demie cette valeur<sup>2</sup>. Partant de là, il établit la gamme pythagoricienne : on part d'une fréquence fondamentale, par exemple 1, que l'on multiplie par  $3/2$  ; on multiplie le résultat par  $3/2$  (on obtient donc  $[3/2]^2$  ou  $9/4$ ), puis encore par  $3/2$ ,... On répète l'opération douze fois de suite jusqu'à retomber (presque) sur un multiple d'octave, car  $[3/2]^{12}$  est proche de  $2^7$ , la septième octave du 1 de départ. Un coup de chance numérique, qui semble être très significatif pour nos numérolgues pythagoriciens. Toutefois, sept octaves, ça fait beaucoup. Difficile de reproduire cela avec un ensemble de cordes vibrantes ou de tuyaux d'orgues (le plus grand devant être sept fois plus grand que le plus petit !). Du coup, pour revenir plus raisonnablement sur une seule octave (soit avec des valeurs entre 1 et 2 dans notre exemple), l'idée est de diviser par deux chaque fréquence obtenue, autant de fois que nécessaire. Cela complique un peu les choses, mais au final, on se retrouve avec douze notes possibles, dont sept de base : do, do#, ré, ré#, mi, fa, fa#, sol, sol#, la, la#, si – on retombe ensuite sur le do de l'octave supérieure.

<sup>1</sup> Le timbre dépend en fait du contenu en harmoniques du son produit par l'instrument.

<sup>2</sup> À noter : il existe aussi la quarte (rapport de  $4/3$ ) ; le ton est le rapport ( $9/8$ ) entre quinte et quarte et l'octave vaut la combinaison d'une quinte et d'une quarte (car  $3/2 * 4/3 = 2$ ).

On connaît donc diverses mises en parallèle, par exemple :

- Chez Boèce : ré pour la Lune, do pour Mercure, si pour Vénus, la pour le Soleil, sol pour Mars, fa pour Jupiter, mi pour Saturne.
- Dans le morceau médiéval *Naturalis concordia vocum cum planetis*<sup>3</sup> : ce chant de type grégorien passe en revue toutes les planètes et les sons associés, se concentrant sur la symbolique du chiffre sept ; il utilise fa pour les étoiles, mi pour Saturne, ré pour Jupiter, do pour Mars, si pour le Soleil, la pour Vénus, sol pour Mercure, fa pour la Lune – et silence pour la Terre.

Tout cela peut certainement mener à de la musique intéressante, mais quid des résul-

tats pour la science astronomique ? En fait, cette recherche d'harmonie donna lieu à une découverte importante, par Johannes Kepler. Ce dernier était fasciné (faut-il écrire obsédé ?) par l'idée d'un cosmos harmonieux. Tout au long de sa carrière, il tenta de trouver les proportions du Système solaire. Il commença par emboîter des polyèdres réguliers pour simuler les écarts entre sphères planétaires, mais ce modèle ne s'avéra pas très bon – il donnait bien le nombre maximum d'objets (les 6 planètes connues alors) mais les distances moyennes relatives n'étaient qu'approximativement reproduites et il n'y avait aucune contrainte sur l'excentricité des orbites. Kepler finit par se tourner vers... la musique ! Il envisagea d'abord des



**L'HARMONIE VOCALE NATURELLE AVEC LES PLANÈTES**

L'ordre des planètes de la terre au ciel est similaire à l'harmonie des voix.  
 Tullius (Cicéron) les a classées ainsi, depuis les plus petits nombres dans l'ordre ascendant:  
 Lune, Hermès (Mercure), Vénus et Soleil, Mars, Jupiter et Saturne.  
 Dans un ordre similaire vous devriez placer les voix:  
 Faire la première de la Lune, qui se trouve près de la Terre;  
 Ensuite noter combien Mercure est plus aigu que celui-là.  
 Et l'ordre musical calcule le ton pour cet espace.  
 Vénus garde l'espace suivant, adapté à un demi-ton.  
 Par la suite un ton remplit la quarte avec le Soleil  
 Et le belliqueux Mars définit un ton à la quinte.  
 Puis Jupiter chante sa complainte avec un petit demi-ton;  
 Et Saturne ajoute un ton pour sa part.  
 Le septième ton, sept comme les jours de la semaine, permet d'atteindre le ciel.  
 Avec ces huit intervalles l'ordre tout entier est contenu dans un diapason.  
 Ainsi, l'octave inférieure, déplié à partir du mese [note centrale], est répété au-dessus à fréquence plus élevée.  
 Un doublement représente le diapason au ciel, le quadruple conduit encore plus haut:  
 Le double est fait de notes, le quadruple se compose des puissances célestes.  
 Sept espèces différentes sont prises en compte dans l'octave.  
 Alors que trois se trouvent dans la quarte et quatre dans la quinte -  
 ainsi les chants sonnent différemment et changent leur caractère.  
 Sept planètes; sept hauteurs de notes;  
 Sept dons de l'esprit à l'église;  
 Grâce à sept jours roule l'année du Soleil;  
 Six de travail et vous vous reposez le septième; la vie se renouvelle à huit.  
 Il y a une vie dans la huitième, après sept mille je crois.  
 Ce numéro sept est le nombre de presque toutes les choses.

*Naturalis concordia vocum cum planetis  
 partition originale, retranscription  
 moderne et traduction.  
 (Citation and Authority in Medieval and  
 Renaissance Musical Culture : Learning  
 from the Learned, S. Clak & E.E. Leach)*

NATURALIS CONCORDIA VOCUM CUM PLANETIS

Est pla-ne-ta-rum si-mi-li-um con-cor-di-a vo-cum  
 A-ter-ra-or-bi-ta-di-vi-nus-sean-di-tur-or-do.  
 Tul-li-us-hoc-nu-me-ris-ter-tium-sean-dit-ab-i-mis-  
 Lu-na, Er-mes, Ve-nus et Sol, Mars, In-vis, si-que Sa-tur-nus.  
 Or-di-ne-con-si-mi-li-de-beis-vo-ces-mo-da-la-ri-  
 Pri-mam-da-lu-nas, quae fer-tur pro-xi-mis ter-tis,  
 In-de-no-ta-qua-num Mer-cu-ri-at-al-ti-or-il-la,  
 Hoc-que-te-num spa-ci-o-nu-me-ra-vit-mu-si-cus-or-de,  
 Nem-pe-se-queis spa-ti-um Ve-nus at-que li-ma-ter-dig-num  
 Post-to-nus ad so-lum di-a-tes-sa-rem-ica-piet-o-nus-dem,  
 Ter-ti-nat-at-que-to-num Mars bel-li-cus in di-a-pen-te  
 Iup-ter-at-que su-um-bee-ve-plan-gu-li-ma-ca-ro-rum  
 His-que-to-num cel-stus con-lun-gat-pur-le Sa-tur-nus.  
 Sep-ti-mus ad cae-lum to-nus ex-tat-no-re-di-e-rum.  
 Vo-ci-bus his oc-to-di-a-pa-son alia-di-tur-or-do.  
 Sic-gra-vus ad me-rem te-no-re su-per-est in-a-ca-mus:  
 Dup-pla sit ad cae-lum di-a-pa-son quad-re-pla sur-sum  
 Vo-cum sit dup-pla vir-tu-tem quad-re-pla con-itat.  
 Sep-tem dis-si-cui-les spe-ci-es di-a-pa-son ha-ben-tur.  
 Tres-que di-a-tes-sa-rum di-a-pen-te-qua-tu-or-ex-tant-  
 Quo sunt dis-si-mi-les can-tu-mu-ant-que sa-po-res  
 Septem planctus, septem discretina vocum,  
 Accessit septem vel dona flammis almi,  
 Perque dies septem solari voluit iunus,  
 Sex liberos, et septem nequos, sit vita per oves,  
 Vivitur octavo, post septem mihæ: credo  
 Heptadæ hic numerus cunctis rebus fere notus.

notes uniques pour chaque planète, comme dans l'Antiquité, mais cela ne fonctionnait pas très bien. Il imagina alors que la vitesse angulaire d'une planète sur son orbite autour du Soleil, mesurée en secondes d'arc par jour, fournit la fréquence de la note associée à la planète<sup>4</sup>. Comme dans son modèle, l'orbite est elliptique (première loi de Kepler) et parcourue à vitesse variable (maximum au périhélie, minimum à l'aphélie – deuxième loi de Kepler), c'est toute une mélodie qu'il associe à chaque objet (cf. figure)! Bien sûr, le rapport entre les vitesses extrêmes doit être harmonieux, c'est-à-dire correspondre à une belle consonance musicale (comme une tierce, quarte, quinte, ou une octave). Toutefois, cette harmonie n'est jamais perceptible, vu qu'une planète ne peut être à la fois au périhélie et à l'aphélie. Pour créer une véritable harmonie céleste, il faut donc faire « sonner » les planètes entre elles, créant un véritable chant polyphonique. Pour y arriver, Kepler compara les vitesses extrêmes de différentes paires de planètes : après de longs calculs, il réussit à éviter au mieux les dissonances, qui se créent parfois en additionnant différents accords harmonieux, dénichant finalement un ensemble de proportions musicales planétaires (sans répétition, chaque rapport entre extrêmes étant unique). Ces rapports lui permettent alors de reproduire les caractéristiques orbitales (distance moyenne et excentricité) – il pense alors avoir trouvé le « design divin ». Ces recherches sur les gammes planétaires le conduisirent indirectement à la découverte de sa fameuse troisième loi, le rapport harmonieux tant recherché : le carré de la période est proportionnel au cube du demi grand-axe de l'ellipse orbitale... Musique képlérienne et troisième loi sont d'ailleurs toutes deux publiées dans le même livre, *Harmonices mundi*, en 1619.

Cette théorie d'harmonie cosmique était fort appréciée, mais tous les savants ne

The image displays two rows of musical notation representing Kepler's planetary harmonies. The top row, labeled 'Partition planétaire de Kepler, originale', shows four staves with notes for Saturnus, Jupiter, Mars ferè, and Terra. The bottom row, labeled 'et transposée suivant les usages modernes', shows three staves with notes for Saturn, Jupiter, Mars (approx.), Earth, Venus, and Mercury. A note at the end of the bottom row reads 'Here the moon also has a place'.

**Partition planétaire de Kepler, originale (en haut) et transposée suivant les usages modernes (en bas).**

la soutenaient pas. Deux exceptions notables sont à souligner. Aristote, tout d'abord : « On doit voir évidemment, d'après tout ce qui précède, que, quand on nous parle d'une harmonie résultant du mouvement de ces corps pareille à l'harmonie de sons qui s'accorderaient entre eux, on fait une comparaison fort brillante, sans doute, mais très vaine ; ce n'est pas là du tout la vérité. ». De Vinci, ensuite : « ...s'il n'y a pas d'air dans les deux, il ne peut y avoir de son ; mais s'il y a de l'air, les corps seraient usés depuis longtemps. De plus, les corps polis ne font pas de son en frottant et si les deux ne sont pas polis après des siècles de frottement, c'est qu'ils sont globuleux et rugueux : donc leur contact n'est pas continu. Il y aurait alors un vide dans la nature, ce qu'on ne peut

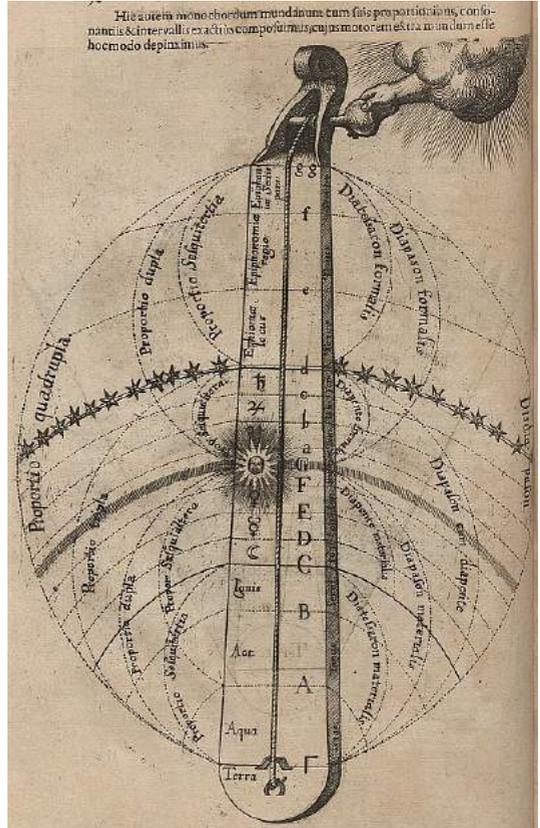
*admettre puisque la nature a horreur du vide. Enfin, le milieu tourne plus vite que les pôles : il devrait donc être plus usé et après usure il n'y aurait plus frottement et le son s'arrêterait... »*

Ce sont ces opposants qui ont finalement gagné : la réalité de notre Système solaire s'avère moins bruyante qu'espéré, l'espace vide ne propageant pas le son. Toutefois, l'idée était belle, au point de continuer à exister. Diverses compositions intitulées « *Harmonie des sphères* » existent, tant anciennes (Cristofano Malvezzi<sup>5</sup>, Joseph Strauss<sup>6</sup>...) que plus modernes (Siegfried Karg-Elert<sup>7</sup>, Rued Langgard<sup>8</sup>, Paul Hindemith<sup>9</sup>, Joep Franssens<sup>10</sup>, Antoni Schonken<sup>10</sup>, Philip Sparke<sup>11</sup>... ou Willie Ruff et John Rodgers qui se concentrent sur l'harmonie képlérienne<sup>12</sup>).

### ***L'inspiration des sphères***

Si les hautes sphères ne font pas de bruit, à proprement parler, elles peuvent néanmoins inspirer les artistes – et notamment les musiciens, d'où une tout autre catégorie de musique céleste... Difficile de tout citer car il y a tout un florilège dans ce domaine. Et en plus d'être longue, la liste est variée, du classique au métal, en passant par la pop... Des inventaires plus ou moins complets circulent<sup>13</sup>, mais voici quelques exemples, classés par thème.

Un grand classique est la conquête spatiale. Tout comme l'exploration par ballon ou le décollage des avions, l'envoi de satellites et d'astronautes a suscité l'intérêt de la société dans son ensemble, y compris donc les musiciens. On composa ainsi divers tubes, souvent éphémères, lors du lancement de Spoutnik (J. Engler & Four Ekkos...), des vols de Gagarine ou John Glenn (Roy West, Sam Hopkins,... mais aussi *Liberty Bell* de The Gathering), des missions Apollo (album éponyme de Brian Eno, *Fly me to the Moon* de Sinatra/Nat King Cole...), ou encore des envois de navette américaine (*Blast Off Columbia* de Roy Mc Call, *Ride Sally Ride* de C. Culver,...). Même l'envoi du premier satellite commercial a fait un carton avec le bien nommé *Telstar* (un morceau instrumental des Tornados<sup>14</sup> repris de nombreuses fois depuis).



***La gamme musicale céleste vue par Robert Fludd (1573-1637). L'instrument actionné par la main de Dieu est un monocorde pythagorien, c'est-à-dire qu'il possède une seule corde et que chaque note (ici notée avec des lettres, comme dans le système germanique) correspond à un morceau précis de la corde. On trouve de bas en haut les 4 éléments, puis les « planètes » et enfin les zones paradisiaques. Les proportions sont notées par des arcs de cercle. Ce type de représentation était assez populaire, il en existe diverses variantes. (wikimedia)***

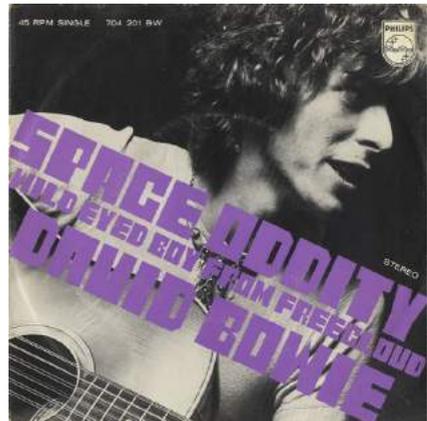
Les problèmes ne sont pas oubliés non plus, notamment dans *Space Junk*<sup>15</sup> de Devo qui évoque les débris qui encombrant notre espace !

Cela ne s'arrête évidemment pas aux missions réelles car une fois la porte vers l'espace franchie, plus rien ne pouvait arrêter l'imagination ! Les voyages de fiction se sont donc aussi multipliés en musique, par exemple dans *2000 lightyears from home* des Rolling Stones, *39* de Queen, trois albums de Brave Saint Saturn, *Titan* de Hammerfall, *Space Truckin'* de Deep Purple, *Planet Caravan* de Black Sabbath, le fameux *The final Countdown* d'Europe, mais aussi... *Outer Space Girls* des Spice Girls. Pour être juste, l'aventure spatiale imaginaire avait même commencé avant, avec *Il Mondo della Luna* (un opéra-bouffé dont le livret, écrit par Goldoni, a été adapté plusieurs fois, notamment par Galuppi, Haydn, et Paisiello – un thème similaire a été abordé par Janacek pour le *Voyage dans la Lune de Mr Broucek*) !

Le champion incontesté dans ce domaine reste cependant le caméléon David Bowie. Son célèbre *Space Oddity*<sup>16</sup> est le premier véritable succès public de Bowie. Cette chanson est sortie en 1969, juste après l'atterrissage d'Apollo XI, et elle devint si connue qu'elle donna son titre au deuxième album de l'artiste sur lequel il figurait (sorti initialement sous le titre « David Bowie »). Il s'agit en fait d'un dialogue entre « Ground Control », l'équivalent du fameux Houston de la NASA, et l'astronaute Major Tom. Les vérifications s'enchaînent alors que le décompte s'égrène, mais un problème surgit une fois en orbite... Bien sûr, certains disent que sous la mission spatiale se cache en fait le drogué qui prend sa dose (version accréditée par Bowie lui-même dans sa chanson *Ashes to Ashes*) mais certains ont pris le parti spatial – le chanteur allemand Peter Schilling a ainsi sorti *Major Tom (coming home)*<sup>16</sup> en 1983, où l'astronaute se doute d'un problème durant le décompte puis, reprenant là où Bowie avait laissé Tom, raconte sa chute vers la Terre. Bowie ne s'arrêtera pas là : en 2002, il présente *I took a trip on a Gemini spaceship*, en 1996 *Hallo Spaceboy*, et en 1972 *The Rise and Fall of Ziggy Stardust and the Spiders of Mars*,

dont le personnage principal n'est pas étranger à un extraterrestre androgyne...

Autre « classique » : l'astrologie... Il existe de multiples chansons baptisées zodiaque, mais aussi toute une symphonie « astrologique » : *Planets*<sup>17</sup>, de Gustav Holst. Commencée juste avant le début de la première guerre mondiale et jouée pour la première fois juste après sa fin, cette suite comporte sept morceaux, un par planète. Leur ordre (Mars, Vénus, Mercure, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune) ne correspond pas à l'éloignement au Soleil ou à des tailles (dé)croissantes, mais aurait été choisi en fonction de critères astrologiques (difficile de dire quoi exactement car plusieurs interprétations circulent). Les thèmes associés n'ont rien à voir non plus avec les astres réels : Vénus apporte la paix, Mars la guerre, Saturne représente la vieillesse, Jupiter est gai, Mercure ailé, et Neptune mystique. La partition est en fait écrite pour tenter de partager les émotions associées à ces objets dans la mythologie gréco-romaine et l'astrologie. Pour l'astronomie, on repassera... Par contre, cette symphonie est très populaire. Régulièrement jouée, elle marque les esprits, de son inquiétant



Cover de *Space oddity*.  
(wikipedia)

début résolument martial à sa fin véritablement céleste avec le chœur et la harpe qui montent vers des aigus dans un decrescendo parfait. Seul problème : il faut un large orchestre pour la jouer... quoiqu'au début, Holst l'ait composée pour deux pianos et un orgue ! Plus amusant : la symphonie a été complétée – en 2000, Colin Matthews ajoute *Pluton*, tandis qu'en 2006, quatre morceaux liés à des astéroïdes ont été commandés par le philharmonique de Berlin. Enfin, celui qui ne connaît pas l'œuvre lui trouvera un air de ressemblance avec les musiques de films – comme *Star Wars*, par exemple. C'est normal : les compositeurs hollywoodiens s'inspirèrent de Holst !

Parmi les morceaux inspirés par le ciel, on trouve aussi les souvenirs d'observations, citons-en deux. Le groupe britannique Iron Maiden propose avec *When two worlds collide*<sup>18</sup> une chanson décrivant assez précisément le travail des astronomes : observation d'un changement de luminosité, vérification des coordonnées, mais au final pas d'erreur de calcul, d'où mise sur pied d'une théorie – ce sont



**Gustav Holst photographié par Herbert Lambert.**  
(National Portrait Gallery)

deux « mondes » qui viennent d'entrer en collision... pour donner naissance à une supernova ou un sursaut gamma ? Les rockeurs ne l'ont pas précisé... Le compositeur Mike Oldfield, lui, vous propose dans *Saved by a Bell*<sup>19</sup> de regarder dans son télescope cette nuit, en espérant que le ciel reste dégagé, pour observer la Voie lactée, Jupiter, Saturne, diverses galaxies – un programme typique pour un astronome amateur ! – le tout passant très vite dans l'oculaire... Flûte, il a oublié de brancher le moteur d'entraînement de son télescope ! Côté classique, Reginald Smith-Brindle a tenté de faire un portrait de la galaxie d'Andromède dans son *M31* tandis que David Bedford relate ses observations du chasseur céleste dans *Sword of Orion* – ce passionné d'astronomie a d'ailleurs composé de nombreux morceaux teintés de ciel (comme *A Dream of the Seven Lost Stars; Star Clusters, Nebulae and Places in Devon; Some stars above magnitude 2.9; Star's end*).

Enfin, il y a les astres et les concepts astronomiques. On trouve ici aussi pléthore de partitions... Quelle que soit leur qualité intrinsèque, nous éviterons ici les nombreuses compositions où l'astronomie n'est qu'un prétexte, une analogie utilisée juste pour un vers – comme pour les *Trous noirs* d'Amanda Lear et de Muse (analogie du compagnon cannibale) ou de Lindsay Lohan (lieu où disparaît l'ami), l'éclipse *totale du cœur* de Bonnie Tyler en pleine crise amoureuse ou celle des yeux de Samson devenant aveugle chez Haendel... Oublions l'astronomie citée sans raison évidente (*Astronomy* de Metallica). Passons aussi rapidement sur la longue tradition musicale liée aux astres divinisés. Vu le surnom de son patron (le Roi-Soleil), le compositeur Jean-Baptiste Lully a produit énormément de musique de ce genre : opéra *Phaéton*, entrée d'Apollon dans *Les Amants Magnifiques*, soleil levant du *Ballet de la Nuit*, ballet des planètes autour du souverain-centre de l'Univers dans le *Ballet des Muses*... Il est ici amusant de noter que le roi lui-même tenait souvent le rôle-titre, comme le montre le film *Le Roi Danse* pour les deux premiers morceaux cités<sup>20</sup>.

Jetons plutôt une oreille vers des morceaux où il y a vraiment de l'astronomie...



**Louis XIV dans Le Ballet de la nuit.**  
(Henri Gissey, wikipedia)

et pas la plus simple ! Le meilleur exemple vient... des Monthly Python. Pour leur film *Meaning of life*, ils résumant les principaux faits astronomiques – attention, hard science en vue dans la *Galaxy Song*<sup>21</sup> : vitesse orbitale de la Terre, vitesse du Soleil dans la Voie lactée, description précise de celle-ci (taille, structure, nombre d'étoiles), expansion de l'Univers – tout y passe dans un couplet savoureux. Une véritable leçon d'astronomie qui sauve carrément le film, plutôt moyen parmi ceux de la bande à l'humour so british ! Eminem, lui, s'est contenté de la distance de la Lune dans *Space Bound*...

Mais ils ne sont pas les seuls. La chanteuse islandaise Björk passe ainsi en revue les différentes visions du monde, tribales et scientifique, dans une seule chanson : *Cosmogony*<sup>22</sup>.

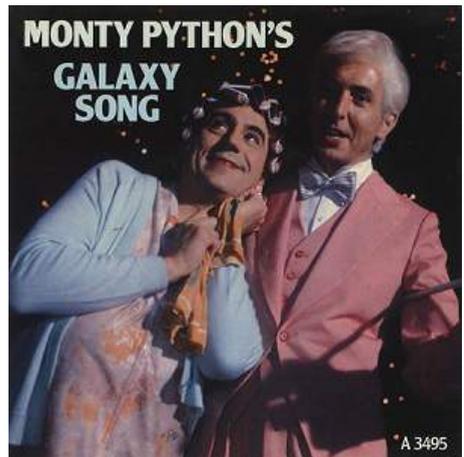
Après un début particulier (ou typique de cette chanteuse si particulière?) évoquant le décompte d'un lancement dans l'espace ou le compte à rebours avant le début cosmique, les différentes théories sont présentées. À vous de choisir entre un univers primordial océanique, en forme d'œuf, de terrain infini ou né dans un « Bang » ! La même artiste vous explique aussi le mécanisme des saisons dans sa chanson *Solstice*<sup>23</sup>... une leçon atypique, mais qui pourrait en inspirer plus d'un.

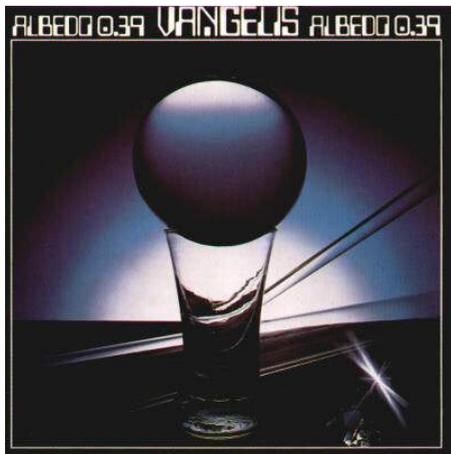
Le groupe canadien Rush a été plus loin encore avec *Cygnus X-1*<sup>24</sup>, nom du premier trou noir de masse stellaire reconnu. Tout y passe : position de l'objet, description de l'accrétion de la matière, problème du destin de cette matière, émission de rayons X... et pourtant, à l'écoute, on n'y pense pas ! Comme quoi, une petite chanson peut faire passer plein d'information !

N'oublions pas les instrumentaux, comme Vangelis et son *Pulstar*<sup>25</sup> sur son album *albedo 0.39* (celui de la Terre !) – on croirait entendre un véritable pulsar !

Pour terminer, n'oublions pas les morceaux en relation avec les astronomes eux-mêmes. De nombreux exemples dans ce

**Galaxy Song par les Monty Python.**  
(wikipedia)





Cover art de l'album *Albedo 0.39* de Vangelis. (wikipedia)

domaine sont des commandes liées à des anniversaires : 500<sup>e</sup> de Copernic (Leo Smit, Henryk Gorecki), 350<sup>e</sup> de Kepler (Gunter Bergmann), 100<sup>e</sup> de James Jeans (Robert Simpson)... Il existe cependant un champion dans cette catégorie : Philip Glass. Ce compositeur est considéré comme une figure majeure du classique contemporain, en particulier pour ses opéras. Plusieurs de ses œuvres font références à la science et ce n'est pas étonnant : enfant, Glass s'imaginait devenir scientifique. Les grandes figures aux intuitions géniales l'intéressent particulièrement. Il consacra donc trois opéras à Einstein, Galilée et Kepler. Premier de la série, l'opéra *Einstein on the beach* (1976) fit du bruit – les spectateurs de cet opus de cinq longues heures de mouvements répétés (Glass est connu pour sa musique minimaliste) criant soit au génie soit au scandale. Ce dynamitage en règle des codes de l'opéra assura la renommée de son auteur... Mais si ses œuvres n'ont pas d'intrigue, de narration classique, l'intérêt est ailleurs – un respect des faits<sup>26</sup>. L'opéra *Galilée* (2001) est inspiré des lettres entre le savant et sa famille (notamment sa fille Marie Céleste). Il commence par un Galilée âgé se souvenant d'épisodes ayant marqué sa vie, et se termine sur l'enfant écoutant une œuvre de Vincenzo

Galilei, son père-pionnier de l'opéra, consacrée à l'harmonie des sphères qui l'intéressait tant... De son côté, le premier acte de l'opéra *Kepler* (2009) se penche sur les questions que se posait le savant – et les discute, tandis que le second se consacre à l'homme, sous ses multiples facettes (astrologie, science,...). Glass écrivit aussi un opéra consacré au *Voyage*, qui commence par un pseudo-Hawking chantant l'harmonie des sphères avec une voix digitalisée... Il faut dire que Glass avait écrit la musique du documentaire *A brief history of time* (1991), et que le savant l'avait marqué car, alors qu'il est immobile, cloué dans sa chaise, il faisait pourtant le plus grand des voyages... en esprit! Après ce prologue particulier, le *Voyage* alterne l'histoire de Christophe Colomb et celle d'un vaisseau spatial futuriste... L'espace n'est jamais loin! Mais ce n'est pas tout. Glass consacra aussi un morceau, *The Light*, à la célèbre mesure de la vitesse de la lumière par Michelson et Morley (la vibration lumineuse devenant des notes dansantes!). Il écrivit *Orion* en hommage à la



Philip Glass dans les studios WNYC. (wikipedia)

constellation, mit également en musique le film IMAX consacré aux rovers martiens Spirit et Opportunity (*Roving Mars*) et un texte de Brian Greene sur les trous noirs et le temps dans *Icarus at the edge of time*. Impossible de le rater dans la sphère musico-astronomique ! Mais qui oserait le contredire quand il déclare « *I believe there is no single experience in the world which tells us more than the vastness of space, and the innumerable heavenly bodies. And thus the stars form a bond between us all - regardless of country, nationality, regardless even of time.* » ainsi que « *Scientists and artists are high on my list of courageous men and women who have changed the world in which we live.* »

### L'appel des sphères

Il existe enfin une dernière catégorie de musique « céleste », celle utilisant des données astronomiques. Le cas le plus connu concerne les variations périodiques. En effet, la luminosité de certaines étoiles variables est modulée selon une ou plusieurs fréquences tandis que les signaux envoyés par les pulsars, ces cadavres d'étoiles, se répètent régulièrement car ces objets se comportent comme des phares. Il existe plusieurs façons de transformer les fréquences observées des variations lumineuses en musique. Par exemple, on peut considérer que ces fréquences correspondent directement à des fréquences sonores, à un facteur multiplicatif près, car il faut que la note résultante soit audible par les humains. Si l'objet présente plusieurs fréquences, on se retrouve alors avec quelques « notes », dont l'amplitude relative est fixée à celle enregistrée pour le signal stellaire. Certains utilisent ensuite ces accords comme base pour composer un morceau<sup>27</sup> – si l'on aime ce jeu, on peut s'amuser à créer un véritable orchestre « stellaire » en combinant les « notes » de différents objets... D'un autre côté, si l'amplitude du signal mesuré change avec le temps, on se retrouve directement avec une mélodie céleste, comme pour les pulsations solaires transposées dans le régime audible et utilisées par Stephen Taylor pour *Heart of the Sun*<sup>28</sup>.

Autre possibilité : considérer que les variations lumineuses périodiques fournissent

non les notes mais bien leur rythme – la musique résultante sera donc un tam-tam plus ou moins rapide suivant les cas. La hauteur de la note est ici choisie sans critère astronomique, mais l'amplitude relative des rythmes est de nouveau empruntée au signal céleste. Dans ce cadre, il faut citer le *Noir de l'étoile*<sup>29</sup>, de Grisey. Ce morceau est écrit pour 6 percussionnistes disposés à des endroits différents, parmi le public. Le concert commence avec un texte de l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet sur les pulsars, et continue avec les 6 ensembles de percussions, jouant tantôt séparément tantôt ensemble. La partition se fait exemplative, faisant entendre tant des rythmes réguliers que les irrégularités (en rythme et en amplitude) typiques de ces phares célestes. Par deux fois, les musiciens s'arrêtent, pour laisser entrer les invités : deux pulsars dont les signaux radios ont été convertis en son (sans changer leur fréquence, cependant). Le premier est le pulsar de Vela, pré-enregistré, tandis que le second pulsar doit, lui, intervenir « en direct » – à Strasbourg et Bruxelles, c'était PSR 0329+54 observé par le radiotélescope de Nançay. Peu de pulsars peuvent en fait convenir pour ce genre d'exercice (il faut un signal stable et fort, avec une fréquence dans la zone audible) mais en plus, ils contraignent souvent fortement l'horaire du concert. Ainsi, PSR 0329+54 n'est observable que durant une demi-heure au-dessus de Nançay, parfois tôt le matin, parfois tard le soir, et seulement à certains moments de l'année – il faut donc bien calculer son coup ! Après l'intervention de ces « invités », les percussionnistes leur répondent, mêlant signaux célestes et musique humaine. Le tout se déroule dans une ambiance feutrée, avec lumières minimales et décor sombre, en accord avec le titre de l'œuvre.

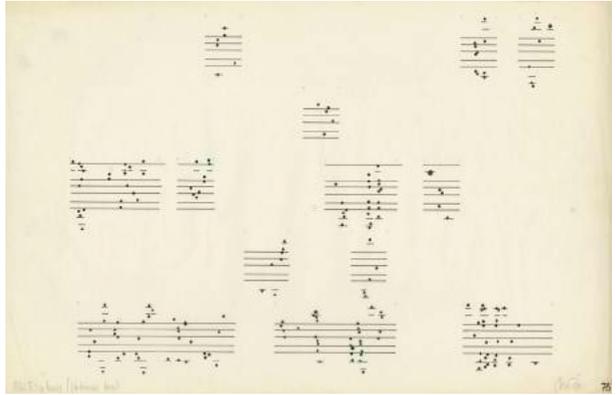
On peut aussi jouer avec des signaux non périodiques – il existe en fait des milliers d'exemples de sonification de données<sup>30</sup>. Ainsi, les variations de densité de particules mesurées par Voyager ou celles du nombre d'impacts de grains de poussière par Cassini lors de sa traversée des anneaux ont été convertis en fréquences sonores : plus il y en avait, plus c'était aigu. Ce genre de données, en provenance des sondes

Voyager et Galileo, a été utilisé par le Kronos Quartet pour *Sun Rings*<sup>31</sup>. De son côté, Robert Schroeder a transposé dans la gamme audible les signaux radio observés en provenance de la galaxie Cygnus A, les insérant dans le morceau éponyme<sup>32</sup>.

À l'observatoire d'Armagh (Irlande du Nord), une installation sonore (*Around North*<sup>39</sup>) créée par le compositeur Robert Jarvis permet de ressentir le mouvement des étoiles autour du Pôle : le son associé à chaque étoile dépend de ses caractéristiques physiques (température, distance,...) et de sa position dans le ciel au moment où l'on écoute.

Au-delà de ces cas classiques de conversion de données en musique, il faut aussi considérer l'expérimentation. John Cage a ainsi composé son *Atlas Eclipticalis*<sup>33</sup>, et sa suite *Etudes Australes*<sup>34</sup>, en utilisant les cartes célestes d'Antonín Bečvář : en plaçant des portées sur diverses régions du ciel choisies au hasard, les étoiles se muèrent en notes, formant souvent des agrégats. L'idée est de donner une dimension spatiale et éternelle à la musique – quasi objective puisque ne nécessitant que peu d'intervention humaine. Particularité : pour ce morceau de piano, les deux mains jouent de manière totalement indépendante, ce qui ne facilite pas la vie des musiciens.

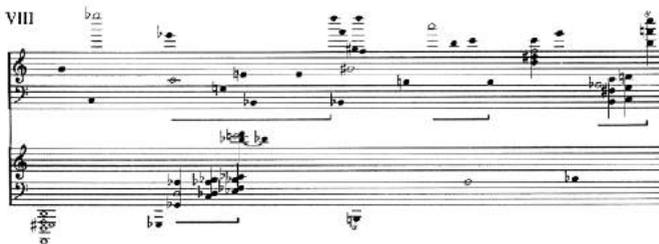
George Crumb propose aussi, dans son *Makrocosmos*, de jouer avec les formes. Ses partitions présentent en effet des formes originales : spirale pour *Spiral Galaxy*<sup>35</sup> (vol I de *Makrocosmos*) ou ensemble de deux cercles pour *Twin suns*<sup>36</sup> (vol II). Les autres volumes comportent aussi d'autres morceaux aux noms



*Manuscrit d'Atlas Eclipticalis conservé à New York. (New York Library)*

célestes : *music of starry night*<sup>37</sup> (vol III); et *alpha centauri, beta cygni, gamma draconis, et delta orionis*<sup>38</sup> (vol IV).

Enfin, Stockhausen s'est aussi intéressé aux constellations pour son *Sternklang*<sup>40</sup>. Cette œuvre (qui n'est pas sa seule à consonance astronomique – cf. *Sirius, Licht*) doit se jouer dans un parc, avec cinq groupes de musiciens. Chacun des groupes joue ses propres combinaisons musicales, avec de temps à autre une synchronisation entre eux. Il peut y avoir aussi un transfert de musique d'un groupe à l'autre, via un chanteur fredonnant le morceau à transférer tout en se déplaçant de l'un vers l'autre. La partition comporte en outre des « K » indiquant quand jouer les « constellations ». Les écarts verticaux entre étoiles d'une constellation permettent de donner la suite de notes à utiliser, les écarts horizontaux fournissant l'écart temporel (le rythme). Enfin, la brillance des étoiles four-



*Le début de la 8<sup>e</sup> étude australe de Cage. (wikipedia)*

12. Spiral Galaxy  
SYMBOL

♈ Aquarius

Media, Pennsylvania 1972

La partition de Spiral Galaxy de Crumb

<p><b>DRACO</b> der Drache</p>	<p><b>LYRA</b> die Leier</p> <p>Vega</p>	<p><b>URSA MINOR</b> kleiner Wagen</p>
<p><b>CASSIOPEIA</b> "die Dame mit dem Stuhl"</p>	<p><b>GEMINI</b> die Zwillinge</p> <p>Pollux Castor</p>	<p><b>LYNX</b> der Fuchs</p>

Constellations de Stockhausen pour son Sternklang.

nit l'intensité (fort ou faible) du son, tandis que le nom de la constellation sert parfois pour le chant associé.

On le voit, la musique céleste n'est pas unique – tout comme dans les Beaux-Arts, le ciel a inspiré de nombreux artistes, chacun répondant avec sa propre sensibilité. Utilisation de données astronomiques, souvenirs d'observation, réinterprétation des recherches en cours, voire réflexion sur l'harmonie du monde, c'est tout un florilège qui s'exprime ici !

### Notes

*Pour un accès plus facile aux liens, notez que cet article se trouve en ligne sur le site Culture-ULg.*  
<http://culture.ulg.ac.be/musique-astro>

1 [https://www.youtube.com/watch?v=Rg6\\_\\_AvX4KA](https://www.youtube.com/watch?v=Rg6__AvX4KA) ou <https://www.youtube.com/watch?v=-JKNqnDYwj0> ou <https://www.youtube.com/watch?v=H4q9tmxetLg>

2 Selon le sens antique, soit sept objets qui bougent par rapport aux étoiles : Soleil, Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne – aujourd'hui, le terme de planète englobe uniquement des objets tournant autour du Soleil, et celui-ci et la Lune sont bien évidemment exclus de la liste. À noter : la lyre antique comptait sept cordes, et Newton compléta l'harmonie en définissant sept couleurs principales... Mais tout ne tourna pas toujours autour du nombre sept. En effet, on ajouta des cordes aux lyres, et il fallut trouver un complément céleste pour chaque ajout : la sphère des fixes ou le zodiaque pour la 8<sup>e</sup>, et la Terre pour la 9<sup>e</sup>. Ce dernier ajout n'alla pas sans poser problème puisque la Terre est supposée immobile au centre du cosmos... Elle ne devrait émettre aucun son (soit un « silence »)! Au Moyen-Âge, on ajouta aussi des cordes à la lyre céleste pour accueillir tous les cercles du paradis, ceux des chérubins, séraphins et autres.

3 <https://soundcloud.com/hsu-jui-ting/naturalis-concordia-vocum-cum>

4 Kepler a donc une note aiguë pour Mercure et grave pour Saturne puisqu'une planète plus éloignée du Soleil se déplace plus lentement sur son orbite. Les Grecs antiques avaient souvent une relation inverse (Saturne aigu, Mercure grave) car ils considéraient le mouvement directement observé, sans enlever la contribution due au mouvement diurne (lié à la rotation de la Terre sur

elle-même) comme le faisait Kepler.

5 [http://www.youtube.com/watch?v=1b-u2\\_4-iaE&list=PL97A1EFF7C4C0F6D2&index=2](http://www.youtube.com/watch?v=1b-u2_4-iaE&list=PL97A1EFF7C4C0F6D2&index=2)

6 [https://www.youtube.com/watch?v=0d\\_r1e-jshe8](https://www.youtube.com/watch?v=0d_r1e-jshe8)

7 <http://www.youtube.com/watch?v=EG4Y-srPEK8>

8 [https://www.youtube.com/watch?v=-sAu1wJ9\\_ZA](https://www.youtube.com/watch?v=-sAu1wJ9_ZA)

9 <http://www.youtube.com/watch?v=GQx1kc1GXdc> à noter : cet opéra se concentre sur Kepler.

10 <http://www.youtube.com/watch?v=wLkmMEEiNBk> et <https://soundcloud.com/antoni-schonken/harmony-of-the-spheres>

11 <http://www.youtube.com/watch?v=fqQOgSX42ZM>

12 <http://willieruff.com/harmony-of-the-world.html>

13 En voici quelques-unes : les articles d'Andrew Fraknoi ([https://www.astronomy2009.org/static/resources/iya2009\\_music\\_astronomy.pdf](https://www.astronomy2009.org/static/resources/iya2009_music_astronomy.pdf)) et [http://www.researchgate.net/publication/258569240\\_Music\\_Inspired\\_by\\_Astronomy\\_A\\_Resource\\_Guide\\_Organized\\_by\\_Topic](http://www.researchgate.net/publication/258569240_Music_Inspired_by_Astronomy_A_Resource_Guide_Organized_by_Topic)), la longue liste de last.fm (<http://www.last.fm/tag/astronomy/tracks>), le catalogue de Jon Bell (pour les chanter vous-mêmes)! <https://www.irsc.edu/uploadedFiles/Best-of-Astronomers-Songbook-2011.pdf>) et d'autres listes encore (<http://www.space.com/11037-space-music-playlist-astronauts-wakeup.html>) et <http://cs.astronomy.com/asy/b/astronomy/archive/2014/06/26/10-awesome-pieces-of-astronomy-inspired-music.aspx>)

14 <https://www.youtube.com/watch?v=4B7ypA1fSwU>

15 [https://www.youtube.com/watch?v=nFCU\\_Ld9snU](https://www.youtube.com/watch?v=nFCU_Ld9snU)

16 [https://www.youtube.com/watch?v=D67kmFzSh\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=D67kmFzSh_o) pour Bowie et [https://www.youtube.com/watch?v=Jt-R5hj\\_IWM](https://www.youtube.com/watch?v=Jt-R5hj_IWM) pour Schilling

17 <https://www.youtube.com/watch?v=AHVsszW7Nds> ou <https://www.youtube.com/watch?v=YtphY-4xjQw> ou <https://www.youtube.com/watch?v=IsicZ22e2xs>

18 <https://www.youtube.com/watch?v=zOjhkEmEmUI> Extrait des paroles :

*My telescope looks out Into the stars tonight A little speck of light Seems twice the size tonight The calculations are so fine Can it be growing all the time? Now I can't believe it's true And I don't know what to do For the hundredth time I check the declination. Now the fear starts to grow Even my computer shows There are no errors in the calculations. Now it's happened take no other view Collision course, you must believe it's true Now there's nothing left that we can do.*

19 <https://www.youtube.com/watch?v=5S53DH8Uw-k>

Extrait des paroles : *Would You Like To Look Through My Telescope? The Milky Way's A Fine Sight To See. All Around Our Universe, We Try So Hard To View What's New. Make A Trip Down To Sagittarius And Take A Spin By Some Nebula. I Hope The Sky Stays Clear For Us, The Night Goes On So Far In Stars. ... Shining Like Bright Diamonds, The Galaxies. Jupiter And Saturn Spin By. Passing By Companions, They All Go Drifting By. They Fly! Carry Me Down To See Aquarius. We're Hoping To Meet A Shooting Star. I Can See There's Going To Be A Message From Afar. How Close We Are.*

À noter qu'Oldfield a aussi composé un album intitulé *Music of the Spheres* mais ce dernier est un jeu de mots avec le nom de son label, Universal Music, plutôt que quelque chose de lié aux notes célestes.

20 <https://www.youtube.com/watch?v=aGrZGFYZG18&gl=BE> et <https://www.youtube.com/watch?v=SYHPNgSUIoE>

Le ballet des planètes a quant à lui été « repris » dans la comédie musicale *Le Roi Soleil*...

21 <https://www.youtube.com/watch?v=buqtduZxvk>

Extrait des paroles : *Just remember that you're standing on a planet that's evolving And revolving at nine hundred miles an hour That's orbiting at nineteen miles a second, so it's reckoned A sun that is the source of all our power. The sun and you and me and all the stars that we can see Are moving at a million miles a day In an outer spiral arm, at forty thousand miles an hour Of the galaxy we call the ,milky way. Our galaxy itself contains a hundred billion stars It's a hundred thousand light years side to side It bulges in the middle, sixteen thousand light years thick But out by us, it's just three thousand light years wide. We're thirty thousand light years from galactic central point We go ,round every two hundred million years And our galaxy is only one of millions of billions In this amazing and expanding universe. The universe itself keeps on expanding and expanding In all of the directions*

*it can whizz As fast as it can go, the speed of light, you know Twelve million miles a minute and that's the fastest speed there is. So remember, when you're feeling very small and insecure How amazingly unlikely is your birth And pray that there's intelligent life somewhere up in space ,Cause it's bigger all down here on Earth.*

22 <https://vimeo.com/26621984> Extrait des paroles : *Heaven, heaven's bodies Whirl around me make me wonder And they say back then our universe wasn't even there Until a sudden bang and then there was light, was sound, was matter And it all became the world we know.*

23 <https://www.youtube.com/watch?v=gRPKQ9XWCv0> Extrait des paroles : *When your eyes pause on the ball That hangs on the third branch from the star, You remember why it is dark And why it gets light again. The Earth, like the heart, slopes in it's seat And, like that, it travels along an elliptical path Drawn into the darkness.*

24 <https://www.youtube.com/watch?v=wINrQGmj6oQ> (attention, il y a aussi une longue partie instrumentale) Extrait des paroles : *In the constellation of Cygnus, there lurks a mysterious, invisible force: the black hole of Cygnus X-1...Six Stars of the Northern Cross In mourning for their sister's loss In a final flash of glory Nevermore to grace the night... Invisible to telescopic eye Infinity, the star that would not die All who dare to cross her course Are swallowed by her fearsome force Through the void To be destroyed Or is there something more? Atomized...at the core? Or through the Astral Door? To soar...*

*I set a course just east of Lyra And northwest of Pegasus Flew into the light of Deneb Sailed across the Milky Way On my ship, the ,Rocinante' Wheeling through the galaxies Headed for the heart of Cygnus Headlong into mystery The x-ray is her siren song My ship cannot resist her long Nearer to my deadly goal Until the black hole Gains control... Spinning, whirling Still descending Like a spiral sea Unending...Sound and fury Drown my heart Every nerve Is torn apart...*

25 [https://www.youtube.com/watch?v=8UwGI0Yk\\_jU](https://www.youtube.com/watch?v=8UwGI0Yk_jU)

26 « I've never felt that «reality» was well served in an opera house. And I think this is even more true when the subject of the opera is based on historical events. »

27 B. Ulas utilise ainsi les pulsations de l'étoile Y Cam: <https://soundcloud.com/bulash/aky-cam>

28 <http://www.stephenandrewtaylor.net/suns/heartofsun.html> voir aussi les sons de base sur <http://soi.stanford.edu/results/sounds.html> et <http://quake.stanford.edu/~sasha/SOUNDS/sounds.html>  
29 <https://www.youtube.com/watch?v=zO02H-R6IW0>  
30 Quelques-uns sont proposés sur <http://www.jpl.nasa.gov/multimedia/sounds/> et sur <http://profitimobrien.com/2014/03/sounds-of-space/> ou encore sur <http://www-pw.physics.uiowa.edu/space-audio/sounds/>  
31 <https://www.youtube.com/watch?v=GUIMyYuEyXw>  
32 <https://www.youtube.com/watch?v=vBW4hogVNSY>  
33 <https://www.youtube.com/watch?v=nky14InyIDM>  
34 Exemple : <https://www.youtube.com/watch?v=s4EQr53M5V4>  
35 <https://www.youtube.com/watch?v=FNNTFt00SEc>  
36 <https://www.youtube.com/watch?v=n2XU0AtI84I>  
37 <https://www.youtube.com/watch?v=X8baLOaS9Bw>  
38 [https://www.youtube.com/watch?v=o\\_1A69kKTJo](https://www.youtube.com/watch?v=o_1A69kKTJo) et <https://www.youtube.com/watch?v=DxOCFHjTLs>  
39 <https://db.tt/tEEwh6L> et film <https://vimeo.com/92469984>  
40 <https://www.youtube.com/watch?v=gqXsA0Gu6DA>

## Bibliographie

Bakich M., 10 awesome pieces of astronomy-inspired music, 2014 (site web Astronomy magazine)  
Bastien N., Musique et Astronomie, site de l'auteur  
Bell J.U., The astronomer's songbook, disponible en ligne  
Cabellero J.A., Music and Astronomy, arxiv : 0810.2032  
Cartier P., Kepler et la musique du monde, La Recherche, 26, 750 (juil.-août 1995)  
Chao T., The astronaut's playlist, site de space.com, 2011  
Chung J., Cosmic contemplations - music of the spheres, JRASC, 107, 121 (2013)

de Freitas Mourao R.R., Astronomy in Brazilian music and poetry, IAU Symp 260, 368 (2011)  
Fabris D., Galileo and music : a family affair, ASP Conf Series, 441, 57 (2011)  
Fraknoi A., Music inspired by astronomy : a selected listing for the IYA, ASP Conf Series, 400, 514 (2008)  
Fraknoi A., Music inspired by astronomy : a resource guide organized by topic, Astronomy Education Review, 2012  
Guillemette R., Aviation and space music, US centennial of flight website  
Hessman F.V. & Hammer C., A concert of music by Sir William Herschel, ASP Conf Series, 261, 685 (2002)  
Kollath Z. & Keuler J., Stellar acoustics as input for music composition,  
Lubowich D., Music and astronomy under the stars 2009, ASP Conf Series, 431, 47 (2010)  
Luminet J.-P., Musique avec pulsar obligé, site web de l'auteur  
MacKay A., The galileo project: Music of the spheres - programme notes, folder de Tafelmusik, 2012  
Martinez P., The music of the spheres, MNASSA, 55, 44 (1996)  
Petrobelli P., Music in Galileo's time, ASP Conf Series, 441, 55 (2011)  
Proust D., Harmony of the spheres, publié sur le site de la William Herschel Society  
Proust D., L'harmonie des sphères, Publications de l'Observatoire astronomique de Strasbourg, 13, 13 (1996)  
Ronan C.A., Astronomy and music, S&T, sept. 1975, p145  
Ronan C.A., Music of the spheres, Interdisciplinary Science Reviews, 1#2, 149 (1976)  
Ronan C.A., William Herschel and his music, mars 1981, p 195  
Sharma M. et al., Capturing public interest in astronomy through art and music, ASP Conf Series, 400, 122 (2008)  
Stephenson B., The music of the heavens - Kepler's harmonic astronomy, Princeton University Press, 1994  
Ulas B., The multiperiodic pulsating star Y Cam A as a musical instrument, arxiv 1507.07307  
Whitehouse M., Engaging students through astronomically-inspired music, ASP Conf Series, 441,201 (2011)  
**L'auteur remercie pour leur aide C. Purnelle et S. Van Eck.**