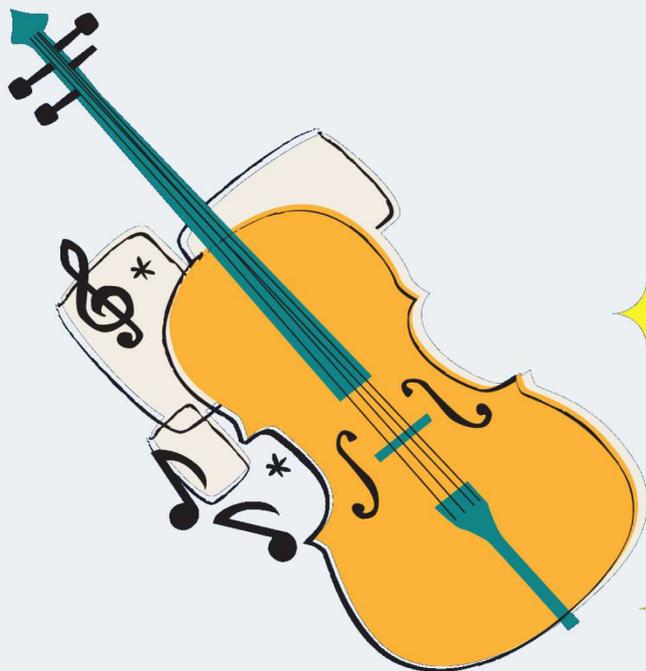


MUSIQUE & ASTRONOMIE

*Dimanche
17
novembre
Daix*



Société philharmonique
de Dijon



DAIX

APCSD



CADRANS ET MUSIQUE

Nous vous avons conviés à une animation musicale et astronomique qui a pu étonner certains d'entre vous.

Pourquoi évoquer dans cette manifestation « Cadrons solaires et Musique » ?

Tout d'abord parce que l'histoire a lié astronomie et musique depuis plus de deux millénaires

C'est le même Pythagore à qui l'on a attribué un célèbre théorème mathématique qui est à l'origine de la gamme dite pythagoricienne.

Si les apprentis flûtistes ont joué des petites pièces de Johannes Kepler, l'homme est davantage connu pour avoir laissé des lois mathématiques qui permettent de calculer les orbites des planètes.

Et puis, les musiciens ont toujours été sensibles à des noms comme Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne qu'ils célèbrent comme des déesses ou des dieux alors que les astronomes les visitent nuitamment comme des planètes...

Vous le comprenez, ces deux mondes qui paraissent à première vue éloignés sont en fait assez proches.

Laissez-nous vous emmener dans ces mondes mêlant la science et la musique ou dit autrement mêlant trois sciences : mathématiques, astronomie et musique.

Musique & son, la genèse

On ne sait pas précisément comment est née la musique mais il a été retrouvé :

- dans une grotte des Pyrénées-Atlantiques (Isturitz) un os de rapace percé de 4 trous daté de 35 000 ans. D'autres os percés ont été trouvés dans le Jura souabe.
- des traces de percussions sur des colonnes de calcite (lithophone), stalactites ou draperies dans des grottes dont certaines salles fonctionneraient comme des caisses de résonance Isturitz et Oxocelhaya (Pyrénées Atlantiques), Niaux (Ariège), Pech-Merle (Lot) et Arcy-sur-Cure (Yonne).

Nos ancêtres, chasseurs et cueilleurs, avaient sans doute remarqué que le relâchement de la corde tendue d'un arc produit un son et que la rotation d'une fronde (arme de jet) ou d'un rhombe (losange attaché à une corde par la pointe) émet également un son qui se modifie selon la longueur de la corde et la vitesse de rotation. Plus la corde est longue, plus le son est grave.

Toutes ces expériences sensibles très anciennes ont sans doute été la base de la création musicale.

Des théories musicales

Des théories ont émergé dès le VI^e siècle avant notre ère : Thalès et Pythagore en Grèce, Confucius et Lao Tseu en Chine. Les théories avaient un point commun, ***l'Harmonie du ciel***. La voûte céleste fascine les observateurs du ciel par sa beauté et ses mystères... et il est construit selon une Harmonie qu'il faut décrypter. Ce sera la théorie de l'Harmonie des sphères.

Un objet qui en frappe ou en frotte un autre produit un son : marche dans la neige, frottement d'un archet sur une corde... Tout l'univers produit des sons, et donc, pour les Grecs, les astres en produisent également. Problème, nous ne les entendons pas ! Il n'y aurait que les enfants et les faibles d'esprit pour les percevoir.

Vous m'objecterez qu'il n'y a pas d'air dans l'espace donc qu'il ne peut y avoir de propagation des sons dans le vide... Vous avez raison mais les Grecs ne le savaient pas et il a fallu attendre le XVI^e siècle pour le découvrir.

Les Grecs connaissaient 7 planètes, visibles à l'œil nu : leur propre révolution sidérale permet de les placer dans l'ordre suivant :

- Lune (27 jours) ;
- Mercure (88 jours) ;
- Vénus (225 jours) ;
- Mars (687 jours) ;
- Jupiter (12 ans) ;
- Saturne (29 ans).

La Terre n'y figure pas. C'est normal, elle est au centre du monde et immobile.
Le Soleil est le cœur du monde. Ptolémée le place entre Vénus et Mars.

Rappelons que lors de la rotation d'une fronde, plus la corde est longue, plus le son est grave. Donc les planètes les plus proches ont une note aiguë, les plus lointaines, une note grave. Pythagore va inventer une gamme musicale qui existe toujours, la gamme pythagoricienne. Elle a été aménagée par Boèce qui donne les notes définitives à cette gamme et qui relie chaque planète à une note.

Lune	(ré)
Mercure	(do)
Vénus	(si)
Soleil	(la)
Mars	(sol)
Jupiter	(fa)
Saturne	(mi)

Ce qui donne une gamme descendante de ré à mi.

Pas de son émis par la Terre qui est immobile au centre du monde, donc silencieuse... (pour les Grecs)

Les jours de la semaine sont consacrés aux 7 astres :

Lundi	Lune	Ré
Mardi	Mars	Sol
Mercredi	Mercure	Do
Jeudi	Jupiter	Fa
Vendredi	Vénus	Si
Samedi	Saturne	Mi
Dimanche	Soleil	La

Nous obtenons entre chaque jour une quinte (intervalle de cinq notes consécutives. Ex : DO ré, mi, fa, SOL) !

Je pense que l'association de l'astronomie et de la musique vous paraît moins incongrue maintenant. En fait, ces deux disciplines étaient liées depuis l'Antiquité et la musique est considérée comme une science jusqu'à la fin du Moyen Âge.

Au Moyen Âge, il existe 4 facultés :

- Théologie ;
- Droit ;
- Médecine ;
- Arts.

Dans cette faculté des Arts étaient enseignés le **Trivium** (grammaire, rhétorique et dialectique) concernant le langage et le **Quadrivium** (arithmétique = nombre pur, la géométrie = nombre dans l'espace, la musique = nombre dans le temps et l'astronomie = nombre dans l'espace et le temps).

Pour vous apporter une nouvelle preuve du lien entre mathématique et musique :

Une petite expérience avec un instrument à cordes comme un violoncelle :

- frottement de la corde à vide... la note est un « la » ;

- la corde est bloquée en son milieu. La note produite est également un « la » à l'octave supérieure ;

- la corde est bloquée au tiers : la note est un « mi » (quinte).

En continuant à diviser la longueur de la corde on obtient la quarte pour la tierce majeure.

La fréquence est indiquée en hertz. Sachez que de nos jours, un orchestre moderne s'accorde à partir du hautbois à une fréquence de 442 Hz. Cela n'a pas toujours été le cas !

L'écriture musicale

Si la musique remonte sans doute à plus de 30 000 ans, l'écriture musicale est beaucoup plus récente. Une première transcription aurait été faite par Mésomède de Crète mais elle est très pauvre en informations et, de fait, les interprétations que l'on peut en faire sont probablement très imparfaites.

Une partition originale et anonyme du XII^e siècle est conservée à la Bibliothèque nationale de France, **Naturalis Concordia Vocum Cum Planetis**. C'est la partition d'un chœur d'hommes (chant grégorien) que nous vous présentons chantée par des musiciens de l'orchestre.

Ce n'est qu'à partir de la Renaissance que l'écriture musicale va prendre sa forme définitive ; le nom des notes de la gamme est attribué à Guido d'Arezzo au X^e siècle. Il utilisa un hymne à Saint Jean-Baptiste

Ut queant laxis
Re sonare fibris
Mi ra gestorum
Fa muli tuorum
Sol ve polluti
La bii reatum
S ancte **J** oannes

Des lettres sont employées dans les pays anglo-saxons (A B C....). Vous pouvez les retrouver dans les accords notés dans les accompagnements à la guitare (par exemple : La majeur = A M)

Astronomes et musique

Johannes Kepler (1571-1630) est un mathématicien allemand célèbre pour avoir décrit et calculé le mouvement des planètes (orbites elliptiques et non circulaires) en trois lois mathématiques. La 3^e loi, publiée dans *Harmonice Mundi* lui aurait été inspirée par la musique. [je suis sceptique... Il a mis de nombreuses années à la découvrir et elle comporte des puissances, qu'on n'utilise pas en musique]

William Herschel (1728-1822) est un musicien allemand qui a émigré en Angleterre. Il a écrit de nombreuses symphonies et de nombreuses œuvres orchestrales. Dans la deuxième partie de sa vie, il se passionne pour l'astronomie et invente des instruments optiques très performants qu'il vend. C'est aussi le découvreur de la planète Uranus. Il découvre les rayons infrarouges... Son nom a donc été donné à un satellite lancé en 2009 détecteur du rayonnement IR, C'est un compositeur qui a laissé de nombreuses pièces musicales (voir CD de D. Proust, astronome et organiste, 1992) et un astronome brillant qui a marqué le monde de l'astronomie par ses inventions et ses découvertes.

Nous terminons cette animation par une présentation de quelques pièces musicales inspirées par cette **harmonie des sphères**.

La mesure du temps

Le temps et l'astronomie

Toute la mesure du temps est liée à l'astronomie : la durée du jour, c'est la période de rotation de la Terre sur elle-même, nos mois proviennent de la lunaison de 29,5 jours et l'année, c'est le temps de révolution de la Terre autour du Soleil.

Le découpage de la journée en 24 h est d'origine égyptienne et le partage en 60 (60 minutes dans 1 heure, 60 secondes dans 1 minute) d'origine mésopotamienne. À la révolution française, on a bien essayé de modifier le système sexagésimal (base 60) en système décimal en fixant 10 heures par jour, 100 minutes par heure et 100 secondes par minute, mais cette réforme n'est jamais passé dans les mœurs.

Midi au Soleil

Pour se repérer facilement dans la journée, on a le lever du Soleil, son coucher et juste entre les deux, le midi solaire, midi signifiant milieu du jour (mi dies).

À midi solaire, le Soleil est au plus haut dans le ciel et se trouve exactement au sud (en France et partout sur Terre si on est au nord du tropique du Cancer). Un gnomon – un bâton vertical – indique midi lorsque son ombre est exactement au nord.

Les méridiennes

Une méridienne est un cadran solaire simplifié qui ne donne que l'heure du midi. Il existe des méridiennes horizontales constituées d'une ligne nord-sud et d'un œilleton comme dans la salle supérieure de la tour Philippe le Bon à Dijon. Quand la lumière du Soleil passant dans l'œilleton arrive sur la ligne, il est exactement midi.

Il existe également des méridiennes verticales constituées d'un œilleton et d'une ligne verticale, comme sur la façade sud du Palais des Ducs à Dijon. Pour qu'une méridienne soit juste, il suffit que le plan contenant la ligne et l'œilleton soit bien orienté nord-sud.

De nombreuses méridiennes ont été installées en France du XVII^e au XIX^e siècles, elles permettaient de régler son horloge à midi. Certaines méridiennes peuvent également indiquer la date puisque la position de la tache lumineuse varie au cours de l'année en fonction de la hauteur du Soleil.

Heures inégales et heures égales

Une fois l'heure du midi définie, comment partager la journée ? Les premières solutions ont consisté à partager la nuit en 12 heures et la journée en 12 heures. Ainsi en hiver, les heures de nuit étaient plus longues que les heures de jour et

c'était l'inverse en été. Ce sont des heures inégales. Solution incompatible avec les horloges tournant à vitesse constante.

L'autre solution est de partager la journée en 24 heures, donnant une heure de même durée toute l'année. On obtient alors des heures égales.

Cadran solaire

Les premiers cadrans solaires, égyptiens, grecs ou romains, indiquaient des heures inégales. Ce sont les astronomes arabes qui inventèrent le cadran à style polaire qui indique des heures égales toute l'année. Ce type de cadran solaire est le plus répandu. Dans un cadran à style polaire :

- la tige qui fait ombre (appelée style) doit être parallèle à l'axe de la Terre donc inclinée en fonction de sa latitude et orientée nord sud ;
- la table du cadran sur laquelle sont dessinées les lignes horaires peut être horizontale ou verticale ou même inclinée autrement. Le tracé des lignes peut se faire à l'aide de constructions géométriques ou de calculs d'angles.

La plupart des cadrans solaires indiquent l'heure solaire vraie locale.

Le cadran solaire situé Place des Marronniers à Daix (photo), daté de 1563, fait partie de ce type de cadran à style polaire. Malheureusement, il manque le « style » qui fait ombre. Le mur est orienté au sud-ouest (cadran dit « déclinant ouest »).



De l'heure solaire vraie au temps universel

Au ^{xix}^e siècle, deux problèmes obligèrent à abandonner petit à petit l'heure vraie du Soleil.

Premier problème, la longitude

Le Soleil se lève à Strasbourg environ 49 minutes avant Brest. L'heure solaire de Daix ou de Dijon retarde de 11 min sur celle de Strasbourg, avance de 11 minutes sur Paris et de 38 minutes sur Brest. Avec le développement des chemins de fer, les temps de parcours diminuant, il fallait donner des horaires valables pour la France entière. Rapidement les gares affichèrent l'heure locale à côté de l'heure de Paris qui devint la référence pour la France entière jusqu'au début du ^{xx}^e siècle.

Deuxième problème, les horloges

On savait depuis longtemps que l'heure solaire n'était pas régulière à cause des mouvements de la Terre. Avec le développement des mécanismes de précision, les horloges devinrent plus précises que le Soleil. Fallait-il remettre régulièrement les horloges à l'heure du Soleil ou fallait-il remplacer l'heure solaire par une heure plus régulière ? C'est la deuxième solution qui fut choisie et on adopta en 1891 l'heure « moyenne » de Paris comme heure légale en France. Cette heure moyenne avance

ou retarde au maximum d'un quart d'heure sur l'heure vraie du Soleil. L'écart entre heure moyenne et heure vraie s'appelle l' « équation du temps ».

Peu auparavant, la conférence internationale de Washington avait adopté le méridien de Greenwich comme origine des longitudes. Finalement, en 1911, la France adopte l'heure moyenne du méridien de Greenwich ou heure GMT (Greenwich mean time) comme heure de référence.

Le temps officiel est maintenant basé sur le temps universel coordonné (UTC en anglais) proche du temps GMT mais relié au temps des horloges atomiques.

Comment passer de l'heure solaire à l'heure légale ?

Si vous lisez l'heure sur un cadran solaire classique, vous n'aurez pas l'heure de votre montre ni celle de votre téléphone. Trois corrections sont à faire pour la trouver.

1. L'heure solaire dépend de votre longitude. À Daix, vous devez enlever 20 minutes pour passer de l'heure locale à l'heure de Greenwich.
2. L'équation du temps permet de passer de l'heure vraie à l'heure moyenne. Elle est donnée avec la courbe ci-dessous.
3. Il faut ajouter 1 heure en heure d'hiver et 2 heures en heure d'été.

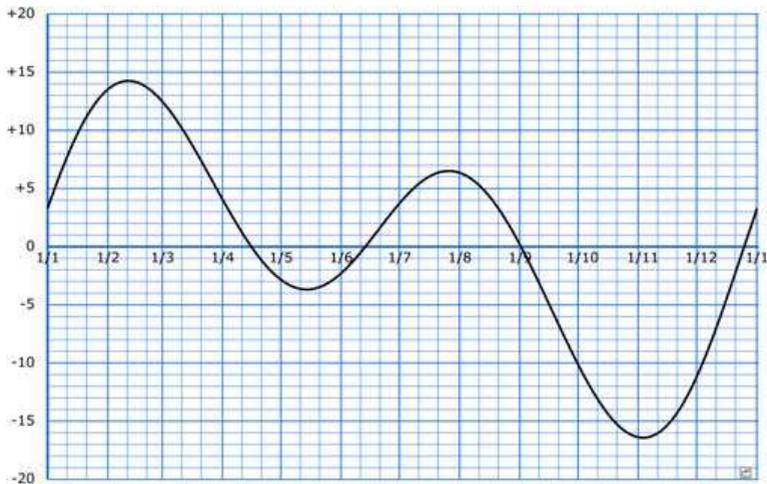


Fig.1. Courbe de l'équation du temps.

Un exemple

Le 17 novembre, je lis 10 h 30 sur un cadran solaire daixoïis. Quelle doit être l'heure à ma montre ?

- Correction en longitude : - 20 minutes (pour Daix)
- Équation du temps : - 15 minutes le 17/11 (courbe)
- Heure d'hiver : + 1 heure

Heure légale = 10 h 30 min - 20 min - 15 min + 1 h = 10 h 55 min

Programme musical

Le Matin, Peer Gynt, Edvard Grieg

Célèbre parmi les plus célèbres œuvres, cette suite est la réunion de quatre parties de la première musique de scène éponyme (1875). Dans un univers très poétique, ces quatre parties décrivent des scènes de l'œuvre de l'auteur norvégien Henrik Ibsen.

Le matin est le premier mouvement de cette œuvre et décrit la fraîcheur et le calme de l'aurore en montagne. Plus loin dans le mouvement, le soleil se lève magistral grâce à de grands accords orchestraux.

Symphonie n°7 « Le midi », Joseph Haydn

Deuxième d'une trilogie de symphonies (numéros 6, 7 et 8), la Symphonie du midi est une œuvre qui respire la joie de vivre et l'allégresse. Avec certains passages dédiés à des instruments solistes, ces symphonies semblent tout droit descendre du concerto grosso et se positionnent comme des œuvres charnières entre le concerto grosso baroque et la symphonie classique dont Haydn sera le père.

IV – Finale

Mouvement fougueux, les échanges entre les instruments deviennent plus complexes. Les passages *tutti* sont plus audacieux et puissants. Alors que le mouvement se dirige vers la conclusion, les cors exposent un thème « fanfare » qui s'oppose à la ligne mélodique complexe de la flûte soliste.

Ouverture, Les Indes Galantes, Jean-Philippe Rameau

Opéra ballet, créé en 1735 (puis recréé en 1736), les Indes Galantes est une œuvre qui met en avant la danse et la musique instrumentale. Elle se caractérise également par la volonté de son librettiste (Louis Fuzelier) de distraire la cour du roi Louis XV par d'autres éléments que les dieux et enchantements.

Seul le prologue, dont est extraite l'Ouverture, fait apparaître les dieux et déesses à la jeunesse européenne (France, Italie, Espagne, Pologne) ayant délaissé les Amours pour le plaisir des combats et des batailles sous l'influence de Bellone, les autres dieux et déesses envoient les Amours vers d'autres contrées. L'Ouverture à la française donne à entendre 2 sections, une première solennelle et majestueuse, une deuxième qui met en forme une fugue.

Sérénade d'un montagnard des Abruzzes à sa maîtresse , Harold en Italie, Hector Berlioz Soliste : Eileen May-Delery

Deuxième des quatre symphonies de Berlioz, Harold en Italie peint ses souvenirs d'Italie, marchant dans la campagne sauvage, à l'écoute des chants des paysans. Paganini, qui possède un alto Stradivarius, lui propose de composer une partition qui mettrait en valeur cet instrument.

Le troisième mouvement donne à entendre les musiques vivaces et hautes en couleur des *piafferari* (jeunes musiciens ambulants). Berlioz confie ensuite la discussion au cor anglais et à l'alto avant de superposer tous les thèmes et tous les rythmes.

Notturmo, Songe d'une nuit d'été, Félix Mendelssohn

Après avoir lu l'œuvre de Shakespeare, le jeune Félix compose l'ouverture du Songe d'une nuit d'été en 1826 (alors à peine âgé de 17 ans). Presque deux décennies plus tard, en 1843, le roi Frédéric-Guillaume IV demande à Mendelssohn de reprendre l'œuvre et de composer cette musique de scène en traduisant toute la poésie de l'œuvre du dramaturge.

Ce *notturmo* nous raconte le sommeil de deux amants. Composée pour cor sans piston, la mélodie est d'une richesse des timbres infinie, renforcée par des liens étroits avec les violons, les hautbois, flûtes et clarinettes.

Pour les heures du jour et de la nuit, Ballet des sept planètes [sic], Jean-Baptiste Lully

Vivant à la cour du roi, Lully compose une œuvre allégorique où le soleil, brillant, magnifique, au centre de toute chose et rayonnant (le roi Louis XIV) entouré de 7 planètes (les ministres du roi). Tout au long du ballet, chacun planète va tenter d'influencer le soleil.

Le plus marquant dans cette œuvre est l'utilisation par Lully des convictions de Kepler (qui soutient les thèses de Copernic). Aussi, Lully attribue les voix des planètes à des tessitures vocales bien définies comme le préconise Kepler. La mise en scène originale réutilisera la géométrisation des astres proposée par Kepler (d'après les travaux de Tycho Brahé) considéré comme le plus grands astronome de l'époque.

Prélude pour l'adoration du soleil et Air des Incas pour la dévotion du soleil, Les Indes galantes, Jean-Philippe Rameau

Extrait de la scène 5, deuxième entrée du ballet, ce prélude pour l'adoration du soleil se déroule en pleine fête du soleil, alors que Huascar décrit le soleil comme un élément magique et d'un amour infini envers les êtres du monde.

La Société philharmonique de Dijon

La Société Philharmonique de Dijon a été créée en 1832, année de la naissance du dijonnais Gustave Eiffel et de l'inauguration du canal de Bourgogne.

Elle a été à l'origine de la création du Conservatoire en 1868. Aujourd'hui placée sous la direction de Théotime Didoux, la "Philha" est un orchestre symphonique pour les musiciens de tous horizons qui veulent se faire plaisir autour d'un répertoire de type classique allant de l'époque baroque jusqu'à nos jours.

Par ses concerts, elle apporte sa contribution à l'action d'associations culturelles ou caritatives. Elle est membre de la Confédération musicale de France.

www.philharmonie-dijon.fr

Astronomie en plaine de Saône - Cygnus 21

Nous sommes une association regroupant des astronomes amateurs basée en plaine de Saône à Esbarres, à côté de St-Jean-de-Losne.

Nous nous réunissons deux fois par mois, organisons des animations pour nos adhérents (observations, photo astro...) ainsi que pour le grand public comme la Nuit des étoiles. Nous intervenons également dans les établissements scolaires.

Pour nous contacter : cygnus21@laposte.net

Vous retrouverez nos animations sur notre site www.cygnus21.fr

Astro Daix

Contre toute attente, Daix offre au plus près du village un spot très performant pour l'observation du ciel à l'œil nu, comme l'a fait l'homme depuis la nuit des temps. Ils observent ainsi le ciel avec tous les moyens possibles (jumelles, lunette astronomique, télescope) sans craindre d'être perturbés par la pollution lumineuse générée par la métropole. Un point fort qui n'a pas échappé à quelques passionnés de planètes, galaxies, nébuleuses ou autres comètes ; ils ont fondé début 2023 le club AstroDaix dans le sillage d'André Louis Roy et dans le cadre de l'APCSD.

astro.daix@free.fr

Cette animation a été réalisée par

Théotime DIJOUX, directeur musical et chef d'orchestre de la Société philharmonique de Dijon.

Pierre CAUSERET, membre de la commission des cadrans solaires de la Société Astronomique de France, président de Cygnus21.

Jean-François LECAS, astronome amateur, violoniste dans l'orchestre de la Philha, membre du bureau de la Société philharmonique de Dijon et de Cygnus21.

Nathalie VALTAT, présidente de la Société philharmonique de Dijon.