



EXPLORA
SAINT-ÉTIENNE

**DOSSIER
PÉDAGOGIQUE**

**ORCHESTRE
ÉLECTRONIQUE C3**



SOMMAIRE

L'atelier en quelques mots	3
Objectifs	3
Lien avec les programmes	3
Déroulé de l'atelier	7
Pré-requis possibles pour les élèves	8
Pistes d'exploitations en classe	8
Ressources scientifiques	10
En bonus	13
Informations pratiques	14
Explora	15
Annexes	16

L'atelier en quelques mots

Faire de la musique avec du carton, de l'aluminium et de l'eau, mission impossible ?! À partir de presque n'importe quoi et d'une dose d'électronique, les élèves inventent un instrument de musique original qui rappelle l'océan ! Un atelier entre arts et sciences qui permet d'appréhender la conductivité des matériaux et la physique du son à travers la construction d'un instrument de musique. Les élèves sont amenés à expérimenter avec les matériaux tout en laissant libre court à leur imagination.

→ Cet atelier est prévu sur la journée (2x 2h d'atelier).

Objectifs de l'atelier

Dans cet atelier les élèves :

- construisent un instrument de musique électronique
- testent la conductivité de différents matériaux
- font des circuits électriques simples

Lien avec les programmes

CYCLE 3

socle 1	Pratiquer des langages	Communiquer à l'oral et à l'écrit Rendre compte des observations en utilisant un vocabulaire précis
socle 2	S'approprier des outils et des méthodes	Organiser en groupe un espace de réalisation expérimentale
socle 4	Pratiquer des démarches scientifiques	Se questionner, observer, investiguer, analyser, conclure

socle 5	Concevoir, créer, réaliser	Identifier les principales familles de matériaux Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants Mobiliser des outils numériques
	Explorer, imaginer, créer	Imaginer l'organisation de différents éléments sonores

MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique	
<p>Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière.</p> <ul style="list-style-type: none"> » Diversité de la matière : métaux, minéraux, verres, plastiques, matière organique sous différentes formes... » L'état physique d'un échantillon de matière dépend de conditions externes, notamment de sa température. » Quelques propriétés de la matière solide ou liquide (par exemple : densité, solubilité, élasticité...). » La matière à grande échelle : Terre, planètes, Univers. 	<p>Observer la diversité de la matière, à différentes échelles, dans la nature et dans la vie courante (matière inerte –naturelle ou fabriquée-, matière vivante).</p> <p>La distinction entre différents matériaux peut se faire à partir de leurs propriétés physiques (par exemple : densité, conductivité thermique ou électrique, magnétisme, solubilité dans l'eau, miscibilité avec l'eau...) ou de leurs caractéristiques (matériaux bruts, conditions de mise en forme, procédés...).</p> <p>L'utilisation de la loupe et du microscope permet : l'observation de structures géométriques de cristaux naturels et de cellules.</p>
Identifier un signal et une information	
<p>Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio...).</p> <ul style="list-style-type: none"> » Nature d'un signal, nature d'une information, dans une application simple de la vie courante. 	<p>Introduire de façon simple la notion de signal et d'information en utilisant des situations de la vie courante : feux de circulation, voyant de charge d'un appareil, alarme sonore, téléphone...</p> <p>Élément minimum d'information (oui/non) et représentation par 0, 1.</p>

MATÉRIAUX ET OBJETS TECHNIQUES

Identifier les principales familles de matériaux	
<ul style="list-style-type: none"> » Familles de matériaux (distinction des matériaux selon les relations entre formes, fonctions et procédés). » Caractéristiques et propriétés (aptitude au façonnage, valorisation). » Impact environnemental. 	<p>Du point de vue technologique, la notion de matériau est à mettre en relation avec la forme de l'objet, son usage et ses fonctions et les procédés de mise en forme. Il justifie le choix d'une famille de matériaux pour réaliser une pièce de l'objet en fonction des contraintes identifiées. À partir de la diversité des familles de matériaux, de leurs caractéristiques physico-chimiques, et de leurs impacts sur l'environnement, les élèves exercent un esprit critique dans des choix lors de l'analyse et de la production d'objets techniques.</p>
Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin.	
<ul style="list-style-type: none"> » Notion de contrainte. » Recherche d'idées (schémas, croquis...). » Modélisation du réel (maquette, modèles géométrique et numérique), représentation en conception assistée par ordinateur. 	<p>En groupe, les élèves sont amenés à résoudre un problème technique, imaginer et réaliser des solutions techniques en effectuant des choix de matériaux et des moyens de réalisation.</p>
<ul style="list-style-type: none"> » Processus, planning, protocoles, procédés de réalisation (outils, machines). » Choix de matériaux. » Maquette, prototype. » Vérification et contrôles (dimensions, fonctionnement). 	<p>Les élèves traduisent leur solution par une réalisation matérielle (maquette ou prototype). Ils utilisent des moyens de prototypage, de réalisation, de modélisation. Cette solution peut être modélisée virtuellement à travers des applications programmables permettant de visualiser un comportement. Ils collectent l'information, la mettent en commun, réalisent une production unique.</p>

ÉDUCATION MUSICALE

Explorer, imaginer et créer	
<ul style="list-style-type: none"> » Expérimenter les paramètres du son et en imaginer en conséquence des utilisations possibles. » Imaginer des représentations graphiques pour organiser une succession de sons et d'événements sonores. » Inventer une organisation simple à partir de sources sonores sélectionnées (dont la voix) et l'interpréter. <ul style="list-style-type: none"> • Développement du lexique pour décrire le son instrumental, le son vocal et les objets sonores dans les domaines de la hauteur, du timbre, de la durée, de l'intensité. 	<p>Jeux vocaux associant des objets sonores. Propositions et réalisations d'apports personnels et originaux lors d'un moment d'interprétation. Manipulation d'objets sonores à l'aide d'outils numériques appropriés. Réalizations de partitions graphiques et comparaison des résultats. Composition de partitions graphiques et réalisation sonores.</p>

- Diversité des matériaux sonores et catégories classées par caractéristiques dominantes.
- Les postures de l'explorateur du son puis du compositeur : produire, écouter, trier, choisir, organiser, composer.
- Le projet graphique (partition adaptée pour organiser la mémoire) et sa traduction sonore.
- Les exigences de la musique collective : écoute de l'autre, respect de ses propositions.

Connaissances visées :

- Les matériaux conducteurs permettent au courant électrique de se déplacer. Tous les métaux sont conducteurs. Le corps humain est conducteur
- Il est possible de transformer un signal électrique en signal sonore

Déroulé de l'atelier

Les ateliers se déroulent sur 4h pour une classe et sont assurés par deux médiateur·trice·s de La Rotonde. Les élèves sont séparés en 2 groupes pendant une partie de l'atelier pour permettre un meilleur accompagnement.

→ Introduction – 5 min – en classe entière

Discussion, échange autour de la musique électronique, différence entre son acoustique et son électronique

Démonstration avec un instrument construit auparavant

→ Construction de l'instrument – 55 min – en ½ classe

Séparation de la classe en petits groupes [de deux ou trois élèves]

Discussion autour des sons et des formes que l'on peut voir dans ou près de l'océan

Fabrication des instruments en groupe, à partir de matériaux de récupération

→ Électricité et conductivité - 55 min - en ½ classe - en parallèle

Défi autour de l'électricité statique

Tests de matériaux pour les classer les deux catégories : conducteurs ou isolants

Expériences avec des semi-conducteurs

→ Echange des 2 groupes

→ Conclusion – 5 min

Reprise des notions clés

Présentation de la seconde partie de l'atelier

-- Pause repas --

→ Makey makey, introduction - 10 min - en classe entière

Présentation de la carte Makey makey et démonstration de son fonctionnement avec l'instrument

→ Test de la conductivité de l'instrument - 10 min - en ½ classe

Avec une ampoule, une pile et des câbles, les élèves testent la conductivité de leur instrument.

→ Makey makey piano - 25 min - en ½ classe

Test du makey makey avec l'application Piano, d'abord en jouant des notes de piano sur le clavier de l'ordinateur puis sur le makey makey.

Notions de circuit ouvert/fermé avec le makey makey.

Premier essai de branchement du makey makey sur l'instrument pour jouer des notes de piano.

→ **Programmation - 40 min - en ½ classe**

Présentation du logiciel Scratch et des bases de la programmation.
Branchements : on associe chaque élément conducteur de l'instrument à une touche du makey makey.
Programmation : chaque touche déclenche un son pour recréer une ambiance sonore liée à l'océan.

→ **Préparation des instruments - 20 min - en classe entière**

Présentation et démonstration de chaque instrument par les élèves.

→ **Conclusion - 15 min - en classe entière**

Reprise des notions et bilan de l'atelier

Cet atelier a été testé dans la classe de CM1-CM2 de Quentin Chermette - enseignant à l'école Tarentaize élémentaire, REP Gambetta. Merci à Quentin et à ses élèves !

Pré-requis possibles pour les élèves

Le·a médiateur·trice s'appuiera sur le travail réalisé en classe si les élèves ont déjà effectué des séances autour de l'électricité (circuit électrique simple, notion d'interrupteur).

Pistes d'exploitations en classe

IDÉES D'ACTIVITÉS

Le téléphone gobelet



Matériel : pots de yaourt vides ou gobelets, fils de différentes matière (laine, élastique, fil de fer, fil de pêche...), ciseaux, pointe

Déroulé : percer le fond de deux pots de yaourt ou deux gobelets, enfile dans chacun des trous un bout de fil et faire un nœud. Le téléphone gobelet est prêt !

Faire travailler les élèves en petits groupes pour répondre aux questions suivantes : comment doit-être le fil pour transmettre le son ? Si on touche le fil tout en parlant dans le gobelet que se passe t-il ? Dans quel matériau le son se déplace le mieux ? (les faire comparer l'efficacité de différentes matières en coupant la même longueur de fils à chaque fois de façon à pouvoir comparer).

> Le son est une onde mécanique (c'est-à-dire le déplacement d'une perturbation mécanique dans la matière). Quand on parle dans le gobelet, l'onde émise fait vibrer le fond du récipient, se propage dans le fil, fait vibrer le fond du deuxième gobelet et fait vibrer l'air jusqu'aux oreilles de la personne qui écoute. Le fil doit être tendu pour pouvoir transmettre le son. Si on touche le fil tout en parlant, le son ne se propage plus. La transmission fonctionne avec tous les matériaux avec plus ou moins d'efficacité : le fil de fer est très efficace, la laine moins et un élastique beaucoup moins. La vitesse de propagation du son n'est pas la même selon le milieu : dans l'air elle est de 300 m/s (dépend de la température), dans l'eau 1500 m/s (dépend de la pression et de la salinité) et dans l'acier 6000 m/s : les métaux sont d'excellents conducteurs pour le son.

Pour tester en grandeur nature : aller à la Zone sonore dans le Parc Explora !

Construction d'une flûte de pan à partir de pailles



Matériel : 8 pailles, du scotch, des ciseaux, une règle.

Déroulé : aligner les 8 pailles les unes à côté des autres en les espaçant d'un demi centimètre. Coller deux bandes de scotch sur les pailles de façon à former la flûte. Souffler dans les pailles, le son devrait être faible. Recommencer en bouchant l'extrémité de la paille, le son est plus fort. Couper le bas des pailles aux longueurs suivantes: 8 cm – 9 cm – 10 cm – 11 cm – 12 cm – 13 cm – 14 cm – 16 cm. Boucher le bas des pailles à l'aide de scotch.

> Lorsqu'on souffle, les bords de la paille ainsi que l'air à l'intérieur vibrent et cela provoque un son. Ces vibrations se propagent le long du tube. Elles peuvent vibrer plus ou moins vite (on parle de la fréquence de vibration). Selon la longueur de la paille, une fréquence particulière domine et c'est celle qu'on entend. Ainsi, plus la vibration est rapide, plus le son est aigu. Les notes de musique correspondent à des vibrations particulières et dans le cas de la flûte de pan, à des longueurs de pailles particulières.

Timeline sur l'histoire de la musique assistée par ordinateur

Imprimer et distribuer les cartes aux élèves répartis en petits groupes. Préciser le vocabulaire associé. Le but du jeu est de remettre dans l'ordre chronologique les cartes c'est-à-dire de l'événement le plus ancien au plus récent. **Les cartes sont en Annexe.**



SÉQUENCES SUR PLUSIEURS SÉANCES

Electricité

- ▶ **Module Fibonacci "L'électricité"** : 4 séances pour découvrir l'électricité - cycle 2
- ▶ **Billes de Sciences "Premiers circuits électriques" Fondation La main à la pâte** : expériences à faire en classe autour de l'électricité pour les cycles 2 et 3
- ▶ **Séquence Eduscol "L'énergie dans notre quotidien"** : les différentes formes d'énergie, la production d'énergie électrique - cycle 3
- ▶ **Parcours La Main à la pâte "L'électricité, une forme d'énergie"** - cycle 3

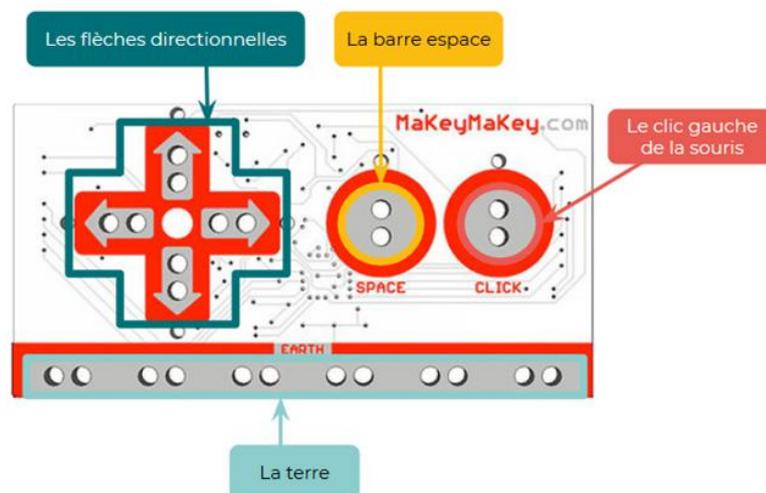
Education musicale

- **Primabord "Numérique et musique électronique"** : projet de production de musique électronique - cycle 3
- **Académie de Caen "Daft Punk - Around the world"** : écoute, production corporelle et utilisation d'un logiciel de MAO (Musique Assistée par Ordinateur) - cycles 2 et 3

Ressources scientifiques

MAKEY MAKEY

Makey makey est une **carte électronique** équipée d'un **microcontrôleur** qui permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs. Makey makey est un **émulateur de clavier d'ordinateur**, cela signifie que Makey makey permet à un ordinateur d'interagir avec son environnement en transformant tout objet qui peut conduire l'électricité en touche de clavier. Ainsi, la manipulation de tout objet conducteur relié au Makey Makey va envoyer un signal à un ordinateur, qui réagira en fonction de ce qui aura été défini (par exemple : émettre un son, écrire un texte, prendre une photo...).



Les trous correspondent aux endroits où accrocher les pinces crocodiles, ce sont les **connecteurs**. Sur ce côté de la carte Makey makey, les connecteurs permettent d'émuler : le clic de souris, les flèches directionnelles (droite, gauche, bas, haut) et la barre espace.

La carte Makey Makey crée un circuit électrique. À l'aide du corps, des câbles et des matériaux conducteurs, on relie, comme pour une pile, le - de la carte (earth) à l'un des + (touches) pour **fermer le circuit** et envoyer un signal à l'ordinateur. Le corps joue le rôle d'**interrupteur**. Le contact entre l'objet branché et la main sert d'interrupteur au circuit : lorsque l'objet est touché, l'électricité passe. Sinon, il ne se passe rien.

En touchant la partie de l'objet connectée au makey makey, l'électricité fait le parcours suivant en boucle : Ordinateur → Makey-Makey → Pince crocodile du connecteur → Objet → Doigt → Corps → Pince crocodile de la terre (ou earth) → Makey-Makey → Ordinateur.

L'ÉLECTRICITÉ

L'électricité est une forme d'**énergie** due au **déplacement de particules chargées**, généralement des **électrons**, dans un matériau qui le permet (un conducteur). Cette énergie a été observée dès l'Antiquité dans certains phénomènes naturels (la foudre, l'électricité statique...). Cependant, il a fallu attendre la fin du XVIe siècle pour que l'électricité soit étudiée par des scientifiques dans le but de comprendre ses mécanismes. La maîtrise de l'électricité s'est développée au XIXe siècle, rendant possible la production artificielle, à grande échelle, d'électricité. Cette énergie sera tout d'abord utilisée à des fins industrielles et d'aménagement du territoire (transports...) pour rentrer petit à petit dans les foyers. Aujourd'hui l'électricité est **omniprésente** dans notre quotidien, elle nous permet d'éclairer mais aussi de chauffer, se nourrir, se déplacer, communiquer...

- ▶ **L'électricité** - C'est pas sorcier
- ▶ **L'électricité, histoire d'une révolution** - Nota Bene

CONDUCTEUR / ISOLANT

Les matériaux qui permettent aux charges électriques de circuler sont appelés des **conducteurs** (tous les **métaux** sont conducteurs mais aussi l'eau salée, le graphite, le corps humain...). Au contraire, les **isolants** sont des matériaux pour lesquels les charges électriques ne peuvent pas se déplacer. La capacité d'un matériau à conduire plus ou moins bien les charges électriques est appelée **conductivité électrique**. Tous les conducteurs ne réagissent pas avec la même efficacité : la conductivité de l'or est excellente alors que le corps humain est faiblement conducteur (on dit que le corps humain est semi-conducteur). Un **fil électrique** est composé d'un matériau conducteur (par exemple, du cuivre) entouré d'une enveloppe isolante, la gaine (en plastique).

ÉLECTRICITÉ ET MUSIQUE

Les premiers instruments de musique étaient **acoustiques** : ils produisaient du son sans avoir besoin d'être branchés. En 1897, le premier instrument de **synthèse musicale** fut inventé : le telharmonium. Cet instrument, ancêtre du synthétiseur, était électromécanique : le son était produit par la rotation d'une roue phonique devant un micro composé d'une bobine et d'un aimant.

En parallèle, l'invention de l'amplificateur électronique a mené à la première guitare électrique en 1928. Cette dernière était composée d'une guitare associée à un micro capable de capter les vibrations des cordes, les

transformer en signal électrique et les envoyer sur un ampli. Par la suite de nombreux instruments ont été amplifiés : des pianos, orgues, violons... Avec le développement des ordinateurs dans les années 1950, les premiers programmes capables de jouer de la musique sont créés, transformant ainsi les volts en notes. Dans le même temps, la naissance de la musique **électro** pour "électronique", jouée directement par l'être humain se développe. Ce type de musique est caractérisé par l'utilisation de **sons synthétiques**, générés par des appareils électroniques. En 1964, le premier **synthétiseur** est créé, cet instrument de musique électronique permet de créer et de moduler des sons sous forme de signal électrique.

- ▶ **Comment l'électricité est rentrée dans la musique ?** - Lumni, France TV éducation
- ▶ **Le premier synthétiseur** - Lumni, France TV éducation
- ▶ **Les premiers instruments de musique électronique** - Lumni, France TV éducation

En bonus

On aime :



Les yeux de la découverte : instruments de musique, Neil Ardley, éditions Gallimard jeunesse

Partez à la découverte du monde des instruments de musique : de leur technique de fabrication à l'art d'en jouer. Qu'est-ce qu'un son? De quoi sont faits les cuivres? Comment fabrique-t-on un violon? Pourquoi et comment a-t-on électrifié la guitare?

Découvrez les instruments de musique d'aujourd'hui à travers leur origine, leur histoire, leur fabrication et la manière d'en jouer.



Démonstration de thérémine par son inventeur

Le thérémine fait partie des premiers instruments de musique électronique. Il a été inventé en 1920 par le physicien russe Lev Sergueïevitch Termen. Le thérémine fonctionne entièrement à l'électricité et a la particularité de produire un son sans être touché par l'instrumentiste.



Daddy's car - première musique co-écrite avec une intelligence artificielle

Flowmachine est l'intelligence artificielle de SONY à l'origine de ce morceau. Pour le composer, Flowmachine a analysé de nombreux morceaux de musique pop et a créé un nouveau morceau par combinaison et arrangements en s'inspirant du style des Beatles. Benoît Carré, seul être humain à intervenir dans le processus, a écrit les paroles et fait certains arrangements.

Informations pratiques

Informations et réservations

04 77 42 02 78

larotonde@mines-stetienne.fr

www.explora.saint-etienne.fr

Tarifs :

3,50 € par élève / 30 élèves maximum

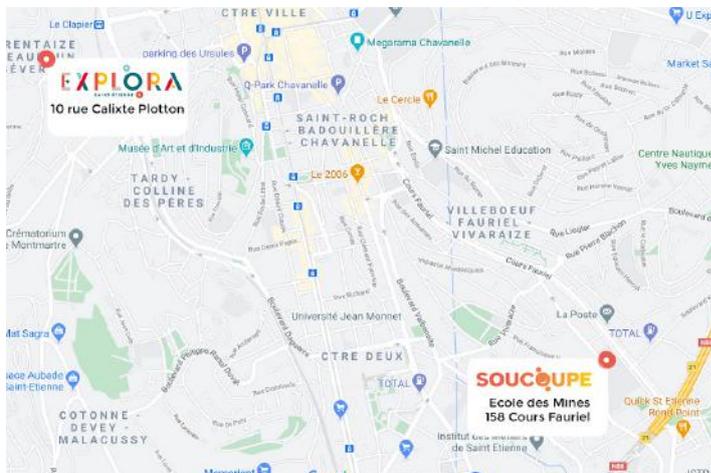
2 € par élève pour les inscriptions CAN

La facture vous est envoyée par courrier ou par mail à la suite de votre venue

Durée des ateliers

Nos ateliers sont prévus pour une durée de 2h, les horaires sont à votre convenance. Attention, cet atelier est plus long (3h40).

Localisation



→ ATTENTION : Explora est géré par La Rotonde de Mines Saint-Étienne mais ne se situe pas sur le même site

Confort et accessibilité

Un appui supplémentaire peut être mis en place pour les élèves à besoins spécifiques. Vous pouvez communiquer les éléments qui vous semblent utiles aux médiateurs lors de votre réservation.

Il est possible de prendre un pique-nique dans le Parc Explora, des sanitaires, une fontaine et des tables sont à disposition.

Explora

Explora c'est le lieu pour imaginer, fabriquer et jouer ! Ici on FAIT des sciences!

Explora c'est une aventure joyeuse et créative pour apprendre en jouant, se tromper avec plaisir et réussir en comprenant pourquoi et comment.

Explora c'est ExploraLab : un bâtiment pour créer et ExploraParc : un parc pour s'amuser.

Explora est animé par l'équipe de La Rotonde, Centre de Culture Scientifique de Mines Saint-Etienne et Centre Pilote La Main à la Pâte.

Explora pour les scolaires

Les ateliers scolaires sont conçus dans le respect des programmes du Bulletin Officiel et visent à mettre les élèves en situation de démarche d'investigation. Ces derniers sont acteurs de l'atelier, se questionnent, testent leurs hypothèses et analysent les résultats.

La programmation et le contenu des ateliers ont été élaborés en concertation avec la circonscription de Saint-Etienne Est, et avec l'implication d'enseignant.es des écoles Tarentaize, Rosa Parks, Descours, Paillon, Tardy, Soleysel et du collège Gambetta.

Annexes - Timeline sur la musique assistée par ordinateur



Solutions :

Date	Événement	Détails
1897	Invention de l'ancêtre du synthétiseur	Thaddeus Cahill invente le telharmonium, un instrument électromécanique considéré comme l'ancêtre du synthétiseur. C'est le premier instrument qui change l'électricité en musique. Le son est produit par la rotation d'une roue phonique devant un micro composé d'une bobine et d'un aimant.
1928	Première guitare électrique	La première guitare électrique est composée d'une guitare associée à un micro capable de capter les vibrations des cordes, les transformer en signal électrique et les envoyer sur un amplificateur de sons. Par la suite de nombreux instruments ont été amplifiés : des pianos, orgues, violons...
1957	Un programme informatique permet à un ordinateur de jouer de la musique	Dans les mythiques Bell Labs aux Etats-Unis, Max Mathews met au point MUSIC 1, un programme de musique pour l'IBM 704. C'est la première fois qu'un ordinateur joue de la musique et transforme les volts en notes.
1964	Premier synthétiseur	Inventé par Robert Moog, Moog est le premier synthétiseur à être commercialisé. Cet instrument de musique électronique permet de fabriquer des sons à partir d'un signal électrique.
2009	Hatsune Miku, un personnage virtuel, commence à donner des concerts	Après le son, c'est l'artiste qui devient électronique. Hatsune Miku est un personnage virtuel créé par Yamaha et la société Crypton Future Media. Elle s'exprime par le biais de VOCALOID, un logiciel de synthèse vocale. Ce dernier permet de synthétiser une chanson complète à partir de paroles rentrées à l'ordinateur et l'air de la chanson au synthétiseur. Miku commence ses premiers concerts en 2009 au Japon et rencontrera par la suite un succès planétaire.
2016	Une intelligence artificielle compose une musique dans le style des Beatles	Flowmachine est l'intelligence artificielle de SONY à l'origine de Daddy's car. Pour le composer, Flowmachine a analysé de nombreux morceaux de musique pop et a créé un nouveau morceau par combinaison et arrangements en s'inspirant du style des Beatles. Benoît Carré, seul être humain à intervenir dans le processus, a écrit les paroles et fait certains arrangements.