

# TechnoScope

by satw

1/22

# Musique

et technique

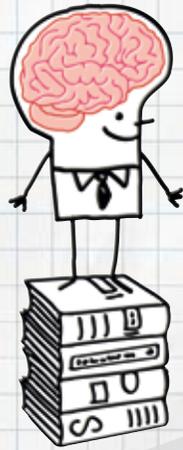
## Des «conserves musicales»

Depuis le Moyen Âge, il existe des instruments mécaniques qui jouent automatiquement des mélodies. Mais ce n'est qu'au 19<sup>e</sup> siècle que l'on parvient à enregistrer des sons pour pouvoir les réécouter. Cela commence avec le **phonographe**, inventé en 1877 par Thomas Edison. Une petite aiguille grave des vibrations sonores sous la forme d'une piste audio ondulée dans un cylindre. Quand on ramène l'aiguille au début du sillon et que l'on tourne la manivelle, on entend à nouveau les sons enregistrés. Un peu parasites, mais cela a fait sensation.

Le gramophone permet une meilleure restitution en remplaçant le cylindre par un **disque rond**. Il est inventé en 1877 par Emil Berliner, un Allemand émigré aux États-Unis. Les sons sont également gravés sur le disque sous la forme de sillons en spirale et peuvent être reproduits de manière audible via un grand pavillon. Les premiers disques en gomme-laque – une sorte de résine dure produite par la cochenille à laque – sont très fragiles et chers. Mais l'apparition des premiers

disques en polychlorure de vinyle, une matière plastique, change la donne. Il est possible alors de produire des disques à faible coût et les tubes commencent à faire le tour de la planète dans les années 1950.

À partir de 1979, les **disques compacts (CD)** conquièrent le marché de la musique. Contrairement au disque, le CD n'est pas un support sonore, mais un support de données. Les vibrations sonores sont transformées en une suite de chiffres composée de zéros et de uns, puis enregistrées sous la forme d'une piste en spirale sur un disque en plastique. Un rayon laser permet ensuite de balayer cette piste et de la reconvertir en son. Mais depuis le milieu des années 90, la musique peut être enregistrée sous forme de **fichier informatique MP3**. MP3 désigne un format de fichier dans lequel un fichier musical est compressé à environ un dixième de sa taille originale. Cette révolution bouleverse toute l'industrie musicale. À présent, un petit disque dur peut contenir 1'000 chansons, et les morceaux de musique peuvent être envoyés par Internet.



# Des tubes planétaires conçus dans une chambre

Comme le dit le proverbe, «c'est le ton qui fait la musique». Autrement dit, la musique se compose de tons qui résultent de vibrations se propageant dans l'air sous forme d'ondes, tout comme les ondes circulaires qui se forment lorsque nous jetons une pierre dans l'eau. Les tons sont donc des ondes sonores mécaniques. Nos oreilles les perçoivent parce qu'elles font vibrer le tympan.

Chaque instrument de musique produit ces ondes sonores: les cordes de la guitare vibrent lorsqu'elles sont pincées, celles du violon lorsqu'un archet les frotte, la touche du piano actionne un petit marteau qui frappe la corde et la peau du tambour vibre lorsqu'on la percute.

La musique est composée de tons, c'est-à-dire d'une multitude d'ondes sonores produites par des instruments (ou des voix).

Aujourd'hui, la technologie permet de convertir ces signaux audio analogiques en signaux numériques, de les enregistrer, de les traiter, de les mixer ou même de leur appliquer des effets. «Numérique» signifie que les informations audio sont converties en valeurs numériques avant d'être stockées. Lors de la lecture, le processus est inversé: les signaux numériques doivent être reconvertis en signaux analogiques pour les rendre audibles avec un haut-parleur ou un casque.



La numérisation a fortement modifié la production musicale. Auparavant, produire un disque coûtait très cher. Les grands studios d'enregistrement, comme les studios Abbey Road à Londres (Beatles, Pink Floyd, mais aussi les bandes originales des films Harry Potter) ou les studios Hansa à Berlin (Iggy Pop, Nick Cave) étaient légendaires. Ils disposaient de moyens techniques énormes et développaient des techniques d'enregistrement révolutionnaires. Désormais, les musiques tendance émergent de plus en plus souvent de petits studios d'enregistrement à domicile. Cela grâce aux possibilités offertes par l'ordinateur et aux coûts réduits des appareils d'ingénierie sonore. L'exemple de Billie Eilish, qui a enregistré ses premiers tubes mondiaux dans la chambre de son frère, démontre qu'il ne s'agit pas seulement d'amateurs. Cette chambre comptait toutefois un ordinateur très puissant, un bon microphone, une interface audio permettant de se connecter à l'ordinateur et de transformer les signaux analogiques en signaux numériques, deux moniteurs de champ proche, c'est-à-dire des enceintes de studio reproduisant les sons le plus fidèlement possible et un «subwoofer» pour le mixage des sons électroniques.

Envie d'enregistrer, de traiter et de remixer tes propres sons? Ou d'apprendre à faire du «cinéma à écouter» autrement dit d'enregistrer une pièce radiophonique? Équipé d'instruments de musique, de microphones et d'une technologie de pointe, le studio d'enregistrement mobile transforme en un clin d'œil n'importe quelle salle de classe en un studio d'enregistrement entièrement équipé. Peut-être qu'un jour ta ou ton prof le fera venir?

Tu peux également créer des mondes sonores toi-même grâce à AUDIYOU Kids qui t'aide à enregistrer une pièce radiophonique. Le site propose des conseils et des exercices, des bruits et de la musique de fond, ainsi que des instructions sur la manière d'enregistrer, de couper et de mixer les sons, ou encore d'aménager un studio d'enregistrement.



# Presque meilleurs amis Interview

La musique et la technique: l'une est émotive et change souvent d'humeur. L'autre est objective et réclame des règles, mais sait aussi trouver des solutions pratiques à presque tous les problèmes. Elles ne sont pas compatibles, mais ensemble, elles sont souvent à leur meilleur niveau. Un musicologue et un compositeur de musique électronique se penchent sur ce couple improbable.

L'art est une interprétation des règles.

Le piano est un instrument technique, tout comme l'ordinateur.



**Victor Ravizza** est musicologue et a enseigné à l'Université de Berne.



**Felix Bânteli** est artiste et médiateur artistique. Il organise des ateliers mécatroniques à l'interface de l'art et de la technique. Télécharger Sonic Pi: <https://sonic-pi.net/>

**Technoscope: Quel est le lien entre la technique et la musique classique?**

Victor Ravizza: Quand on étudie un instrument de musique au conservatoire, il faut connaître et comprendre ses aspects techniques et maîtriser sa pratique. Parmi les grands musiciens, il y a d'ailleurs des techniciens très brillants. Mais ce qui compte avant tout dans la musique, c'est l'interprétation. C'est là que commence l'art.

**La technique peut capturer et préserver cet art.**

Tout à fait. Aujourd'hui, les enregistrements de concerts peuvent atteindre un niveau technique si parfait que la différence avec un événement en direct devient quasi imperceptible. Et pourtant, une chose fait défaut, même aux meilleurs de ces enregistrements: ils restent identiques. Ils ne suscitent pas ce léger picotement que je ressens à chaque concert. Lors d'un concert, j'attends avec

**Technoscope: Comment faire de la musique avec son ordinateur?**

Felix Bânteli: Par exemple avec Sonic Pi, un logiciel open source que l'on peut télécharger gratuitement et qui fonctionne sur tous les systèmes d'exploitation. Il transforme l'ordinateur en synthétiseur, en un instrument de musique qui produit des sons avec des tensions électroniques. L'ordinateur permet aussi d'enregistrer des samples, de les jouer, de les remixer (remix) ou encore de les superposer (mash-up). Ce qui est formidable avec Sonic Pi, c'est qu'il combine toutes ces fonctions.

**Faut-il être un génie de l'informatique?**

Pas du tout. Certes, Sonic Pi est aussi un langage de programmation. En faisant de la musique avec ce logiciel, on apprend également à programmer. Mais l'ensemble a été spécialement conçu pour les écoles et structuré de façon à guider l'utilisateur dans le processus d'apprentissage. Cela fonctionne également à la maison devant l'écran.

**La musique est liée à la créativité, aux émotions. Comment une machine peut-elle y parvenir?**

Même le piano n'est qu'un instrument technique. Il possède des touches sur lesquelles on



## Choix d'études et de carrière



Corinne Giroud, Office cantonal d'orientation scolaire et professionnelle – Vaud

Je suis passionné par le son et, bien que je ne sois pas musicien, j'aimerais en faire mon métier. Pouvez-vous me donner des informations sur les possibilités de formation dans le domaine de l'audio? Dan, 16 ans

Bonjour Dan,  
L'univers musical a beaucoup évolué ces dernières années, en particulier sur le plan technique.

### Sur le plan de la création

Grâce à l'intelligence artificielle, il est aujourd'hui possible de créer de nouvelles compositions à partir de musiques existantes. Un monde parallèle se profile avec, par exemple, la composition des parties inachevées d'œuvres musicales à l'aide d'algorithmes. Il n'existe pas de formation dédiée à cette évolution. Dans le cadre du master en composition musicale de la Haute école spécialisée bernoise, les étudiant.e.s apprennent cependant à utiliser les logiciels et les nouvelles technologies, dans une perspective artistique.

### Sur le plan technique

La mise au point de systèmes audio est

l'œuvre de mathématicien.ne.s et d'informaticien.ne.s spécialisés dans le son et l'image numérique. Les technicien.ne.s du son BF ou en audiovisuel BF s'occupent de l'enregistrement, de la transmission en direct et de la postproduction. Ces deux brevets fédéraux s'adressent à des professionnel.le.s issus de métiers de l'électronique et du multimédia.

Trois formations professionnelles initiales menant à un CFC font également la part belle au son et à l'image : les techniscénaristes sont engagés sur les lieux de production comme les théâtres ou les salles de spectacles; les Interactive media designers utilisent les données dans leur travail de création multimédia. Quant aux électronicien.ne.s en multimédia, ce sont des spécialistes de l'électronique de loisirs dont ils savent installer et réparer les appareils.

impatience de voir comment

le pianiste ou la violoniste va

jouer tel ou tel passage. Le fait

d'assister directement à cette

interprétation dans la salle est

toujours fascinant. En revanche,

les enregistrements, même

s'ils sont bien faits, restent des

«conserves»: quelque chose fait

pour durer.

**L'ordinateur pourrait-il rendre**

**les instruments de musique**

**superflus?**

Pas dans la musique classique

qui a besoin du souffle des

solistes, de leur empreinte per-

sonnelle. La musique classique

est écrite pour les instruments

et fixée sur la partition. Chaque

concert donne l'occasion de de

la faire revivre grâce à l'interac-

tion de différents artistes.

appuie pour produire des sons. Tout comme

le clavier d'un ordinateur. Le mécanisme sous-

jacent est différent, mais le fait d'y associer

des émotions et de la créativité dépend de

nous. De l'importance que nous accordons

à cet instrument dans notre vie et de la

manière dont nous exploitons ses possibilités.

En tant qu'artiste, ce que j'aime dans Sonic Pi,

c'est que je peux montrer le code sur lequel

je travaille en temps réel à tout le monde

sur le projecteur. Grâce à ce «live coding», le

public peut comprendre de quelle manière la

musique est créée avec l'ordinateur.

**La musique informatique est-elle de la**

**«vraie» musique?**

Les musiciennes et musiciens travaillent

avec les outils les plus divers, les essaient, les

expérimentent. Techno, hip-hop, musique

d'orchestre classique: je ne ferais pas de

distinction. L'approche peut être différente,

mais la musique fait toujours partie de la

culture. Ce qui est beau, c'est l'échange

que permet un programme open source

comme Sonic Pi: autour de ce logiciel, une

communauté internationale créative s'est

formée, qui échange des codes et des tracks,

et explore les possibilités fascinantes de la

musique électronique.



### Liens

Toutes les professions et les formations sont décrites sur [www.orientation.ch](http://www.orientation.ch)  
> Professions ou > Formations

Centre de formation des métiers du son et de l'image: [www.cmfs.ch](http://www.cmfs.ch)



**La musique  
est aussi  
affaire de  
calcul**

des notes entières et des demi-notes, des noires, des croches et des doubles croches. Et les écarts entre les différents sons peuvent aussi être exprimés en chiffres: dans l'octave (le do-ré-mi-fa-sol-la-si-do du cours de musique), le son supérieur vibre toujours à une fréquence deux fois plus grande que celle du son inférieur, le rapport de fréquence entre les deux sons est donc de 2:1. Le but n'est pas de compliquer les choses, mais le fait est que tout ce que nous entendons peut être décrit par une fonction mathématique. Et ce qui sonne harmonieusement à nos oreilles correspond bien souvent à des modèles mathématiques.

Des émotions d'une part, des comptes d'apothicaire de l'autre: y a-t-il un rapport entre la musique et les maths? Bien sûr que oui! Les chiffres permettent de décrire la musique, et la musique est toujours liée au rapport existant entre les chiffres. La musique est remplie de chiffres: il y a d'abord la mesure grâce à laquelle un morceau se déroule selon un schéma parfaitement dénombrable: quatre mesures durent exactement deux fois plus longtemps que deux mesures. Les notes ont également une longueur bien définie: il y a

## Ludwig van Computer

La dixième symphonie de Ludwig van Beethoven est également appelée la «symphonie inachevée», car ce grand compositeur est décédé avant d'avoir pu achever sa dernière grande œuvre. Un ordinateur s'en est donc chargé pour lui en faisant appel à l'intelligence artificielle (IA), «IA» désignant les programmes informatiques capables de résoudre des tâches de manière autonome.

Une équipe d'expert.e.s en musique et d'informaticien.ne.s a alimenté l'ordinateur avec toutes sortes de données sur Beethoven. À partir de multiples symphonies, sonates pour piano et quatuors à cordes, l'ordinateur a appris l'écriture unique du compositeur dont le génie consistait justement à ne pas toujours respecter les règles. L'ordinateur a ensuite calculé des variantes possibles pour la suite de la dixième symphonie, qui n'existait qu'à l'état d'esquisse. Parmi toutes ces possibilités, les expert.e.s ont choisi à chaque fois les plus convaincantes et les ont renvoyées au système qui en a dérivé d'autres variantes, ligne après ligne.

C'est ainsi que le 9 octobre 2021, soit près de 195 ans après la mort de Beethoven, sa dernière symphonie a été jouée pour la première fois à Bonn. Cette expérience à la fois artistique et scientifique, née d'une coopération entre l'homme et la machine, a été très applaudie.



Petit extrait sur Youtube:  
[www.youtube.com/watch?v=LjFkfQqOU-Q](https://www.youtube.com/watch?v=LjFkfQqOU-Q)

# Des sons (plus ou moins) réconfortants



«La musique exprime ce qui ne peut être dit et sur quoi il est impossible de rester silencieux»,  
écrivait Victor Hugo. L'intuition de l'écrivain français est désormais confirmée par la recherche sur le cerveau.

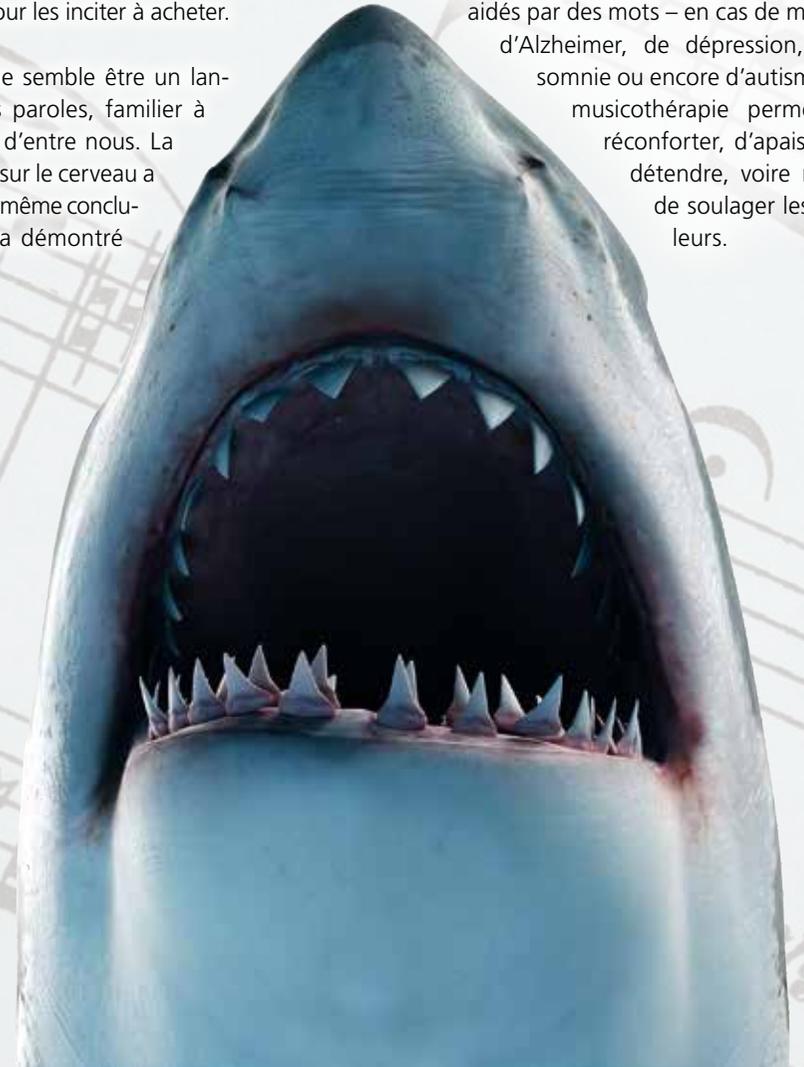


La scène a de quoi surprendre: il fait nuit, nous sommes à l'hôpital, il y a des appareils techniques un peu partout, des lampes chauffantes et des respirateurs à côté de boîtes en plastique transparentes. Et au milieu de tout cela, un homme en blouse blanche est assis sur une chaise et joue du violoncelle. Pourquoi donc? Parce que Harald Schachinger, chef du service des prématurés dans un hôpital berlinois, a découvert que la musique faisait du bien à ces mini patient.e.s: leur rythme cardiaque et leur respiration se normalisent et leurs chances de survie augmentent.

Ce n'est un secret pour personne, la musique exerce une influence sur notre état d'esprit. Une mélodie enjouée nous met de bonne humeur et accélère notre pas, une musique triste nous fait pleurer. Ce n'est pas un hasard si une musique de fond agréable retentit dans les centres commerciaux: les commerçant.e.s espèrent ainsi mettre les client.e.s de bonne humeur pour les inciter à acheter.

La musique semble être un langage sans paroles, familier à la plupart d'entre nous. La recherche sur le cerveau a abouti à la même conclusion: elle a démontré

qu'écouter de la musique déclenche des processus complexes (et pas encore totalement compris) dans notre cerveau. La musique que nous apprécions active notamment la dopamine, l'hormone du bonheur, et inhibe la sécrétion de cortisol, l'hormone du stress. La médecine se l'est donc appropriée: partout où les patients ne peuvent pas ou plus être aidés par des mots – en cas de maladie d'Alzheimer, de dépression, d'insomnie ou encore d'autisme – la musicothérapie permet de réconforter, d'apaiser, de détendre, voire même de soulager les douleurs.



# NINJA DU DIMANCHE

versus  
**GRAVITÉ+  
EFFICACITÉ**



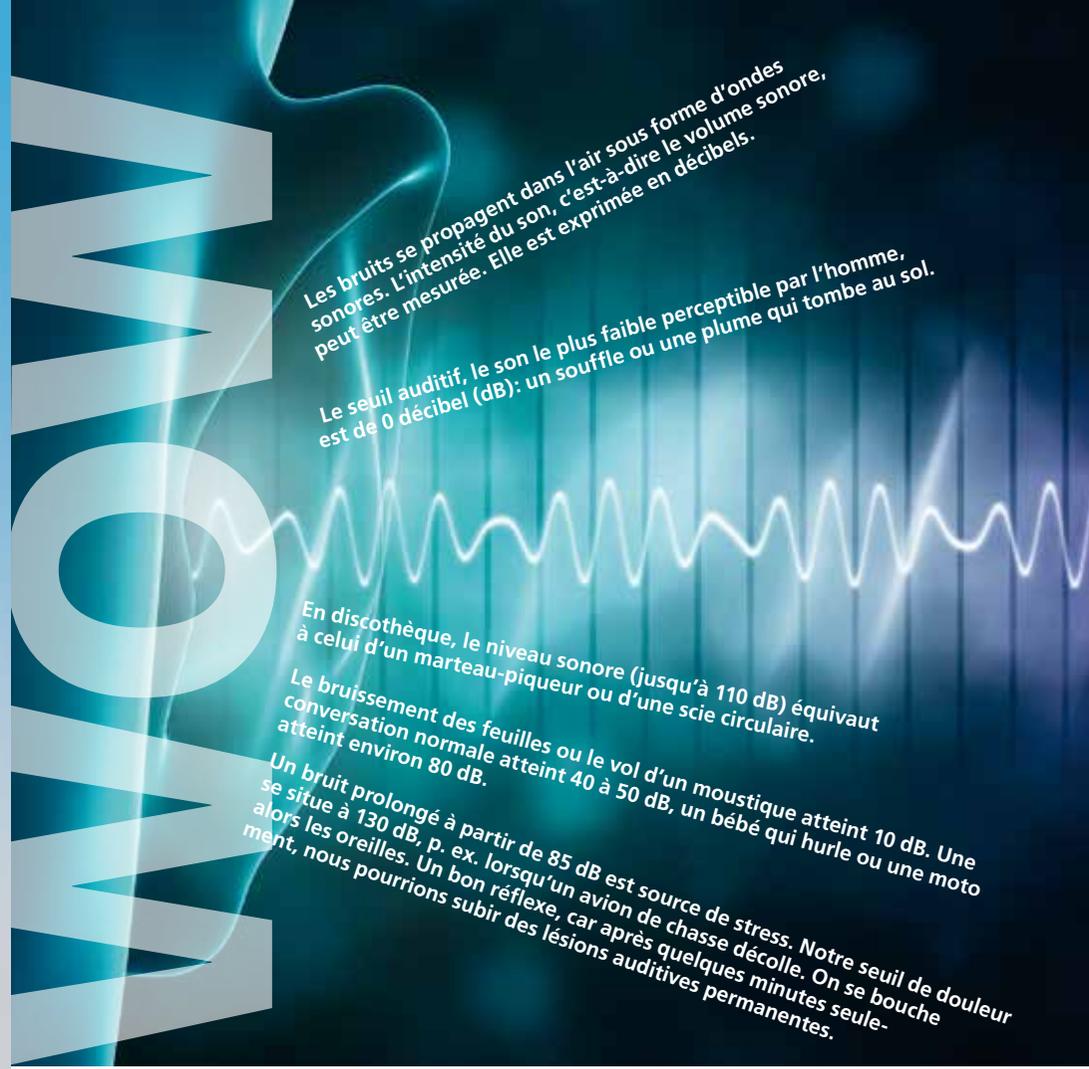
Tec-challenge.ch

POUR TOUTES LES  
FANS DE TECHNIQUE!



RÉSERVÉ AUX FILLES: TU ES UNE FILLE, TU AS ENTRE 13 ET 16 ANS ET TU ES PLUTÔT ATTIRÉE PAR LE CÔTÉ TECHNIQUE DES CHOSES?

Dans ce cas, participer au Tec-Challenge te donne aussi l'opportunité de décrocher une place pour le **programme de mentorat de Swiss TecLadies**, où des femmes à la carrière brillante te donneront des aperçus passionnants de leurs quotidiens professionnels, en tant que mentors personnels, et où tu pourras rencontrer des jeunes filles intéressantes venues des quatre coins de la Suisse.



Les bruits se propagent dans l'air sous forme d'ondes sonores. L'intensité du son, c'est-à-dire le volume sonore, peut être mesurée. Elle est exprimée en décibels.

Le seuil auditif, le son le plus faible perceptible par l'homme, est de 0 décibel (dB): un souffle ou une plume qui tombe au sol.

En discothèque, le niveau sonore (jusqu'à 110 dB) équivaut à celui d'un marteau-piqueur ou d'une scie circulaire. Le bruissement des feuilles ou le vol d'un moustique atteint 10 dB. Une conversation normale atteint 40 à 50 dB, un bébé qui hurle ou une moto atteint environ 80 dB.

Un bruit prolongé à partir de 85 dB est source de stress. Notre seuil de douleur se situe à 130 dB, p. ex. lorsqu'un avion de chasse décolle. On se bouche alors les oreilles. Un bon réflexe, car après quelques minutes seulement, nous pourrions subir des lésions auditives permanentes.

### Impressum

SATW Technoscope 01/22 | Janvier 2022 | [www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)  
Concept et rédaction: Ester Elices | Collaboration rédactionnelle: Christine D'Anna-Huber | Graphisme: Andy Braun | Photos: Adobe Stock, Victor Ravizza, Felix Bânteli | Photo de couverture: Adobe Stock | Traduction: Ars Linguae | Relecture: Edith Schnapper | Impression: Egger AG

### Abonnement gratuit et commandes supplémentaires

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch) | Tel +41 44 226 50 11

Le prochain Technoscope paraîtra en avril 2022 sur le thème des «Drones»

**satw** it's all about technology

Tu as des questions ou des suggestions pour l'équipe de Technoscope? Alors n'hésite pas à nous les envoyer! [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)