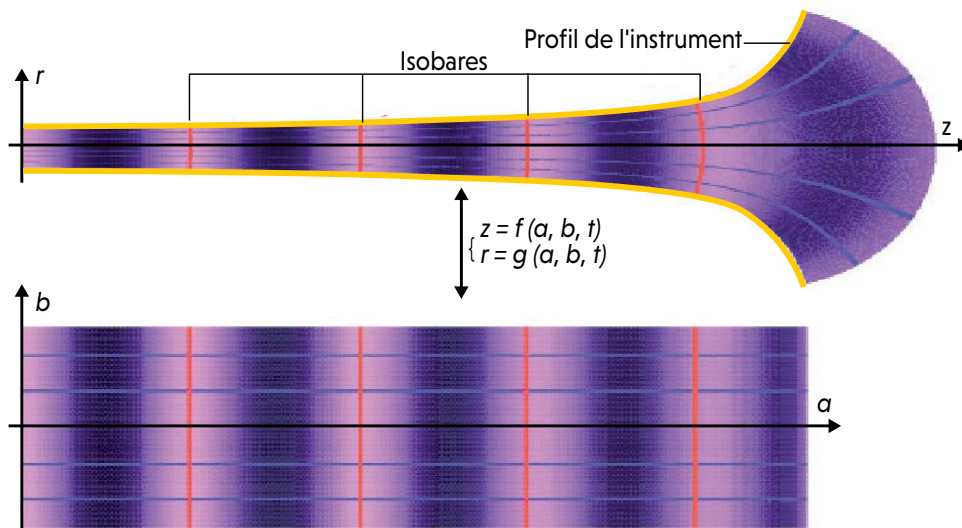




Les ondes acoustiques qui se propagent dans un tube symétrique autour de son axe Oz représentent un problème à deux dimensions, où les coordonnées pertinentes sont z et r (distance à l'axe). Les isobares sont ici des courbes. En effectuant un changement de coordonnées dynamique de (z, r) en (a, b) , à l'aide de fonctions appropriées f et g qui dépendent du temps et du profil du tube, on peut redresser les isobares. Autrement dit, les isobares deviennent des droites perpendiculaires à l'axe de la coordonnée a , ce qui signifie que la pression est indépendante de la coordonnée b . La dimension du problème se réduit à un, ce qui simplifie les calculs.

- > point clé qui permet au musicien d'interagir avec le modèle physique et d'en jouer comme un instrument virtuel.

Quelle forme peut prendre l'interface homme-machine? Il en existe une multitude, allant des plus simples aux plus élaborées. Les claviers de commande (qui ressemblent à un clavier de piano) sont parmi les plus anciennes et les plus répandues, mais certainement pas les plus adaptées pour transmettre des gestes comme l'évolution d'une pression dans la bouche ou le frottement d'un archet.

Pour les instruments à vent, une alternative a été proposée avec des contrôleurs de souffle, dispositifs qui peuvent évoquer visuellement un instrument à vent mais qui ne produisent pas de son. En revanche des paramètres sont mesurés (par exemple la pression d'air avec laquelle on souffle, le doigté choisi) et envoyés au modèle physique. Ces dernières années, avec l'avènement des smartphones et tablettes, l'écran est également devenu une interface homme-machine pour le pilotage des modèles physiques.

Par exemple, votre doigt frottant l'écran peut devenir un archet qui joue du violon virtuel: la corde que vous frottez à l'écran, la vitesse de déplacement du doigt et son écrasement sont autant d'informations transmises en temps réel au modèle physique simulé sur le téléphone ou la tablette, qui peut alors atteindre le statut d'instrument virtuel complet.

Depuis les premiers synthétiseurs, les pianistes ont eu la chance de pouvoir tirer parti de leur maîtrise du jeu sur clavier. Des pianos hybrides ont même été conçus où, au mode de jeu traditionnel – les marteaux, actionnés par les touches du clavier, frappent des

cordes – s'ajoute un mode hybride, où les marteaux frappent des capteurs qui envoient à un synthétiseur les caractéristiques de la frappe (instant et vitesse du choc). Ainsi, plus de problèmes de voisinage, le jeu au piano peut se faire en silence, un casque sur les oreilles!

DES CLARINETTES HYBRIDES ?

Pour les instruments à anche comme la clarinette et le saxophone, le projet de recherche INVENTHEA (un partenariat CEA List, le Laboratoire de mécanique et d'acoustique du CNRS et le fabricant Buffet Crampon) cherche aujourd'hui à proposer des instruments hybrides à anche.

Dans le même esprit que pour le piano, l'idée est de pouvoir rendre facilement l'instrument muet, tout en mesurant de manière non intrusive ce que fait l'instrumentiste (souffle, doigté, pincement de l'anche) pour envoyer ces informations à un modèle physique qui assurera la production du son. Les calculs du son pourront être faits par le téléphone dans la poche du musicien. Le son sera alors, selon les envies et le contexte, amplifié ou écouté au casque. Et ce n'est plus de la science-fiction d'imaginer que, demain, un saxophoniste pilotera depuis son saxophone un modèle physique de clarinette, de trompette, ou de violon!

Les progrès permettent aujourd'hui de proposer certaines optimisations aux facteurs d'instruments. Quant aux instrumentistes et aux chanteurs, des nouveaux outils (voir l'encadré page précédente) leur offrent à présent des moyens de visualiser en temps réel le son produit, et qui sont adaptés par exemple au travail de l'écoute, la justesse, l'intonation en solo ou en groupe. ■

BIBLIOGRAPHIE

T. HÉLIE ET A. AGULLO, *Le Snail-Absolute Tuning: visualiser les sons et accorder des instruments de manière précise et intuitive*, Presse CNRS, 2016. <http://bit.ly/2l3IbB8>

A. CHAIGNE ET J. KERGOMARD, *Acoustique des instruments de musique*, 2^e édition, Belin, 2013.

Le projet INVENTHEA, 2015. <http://bit.ly/2l2oone>

E. RECK MIRANDA ET M. WANDERLEY, *New Digital Musical Instruments: Control And Interaction Beyond the Keyboard*, A-R Editions, 2006.

POUR LA SCIENCE HORS-SERIE

Édition française de Scientific American

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT!



N° 88 (juil. 15)
réf. DO088



N° 89 (oct. 15)
réf. DO089



N° 90 (janv. 16)
réf. DO090



N° 91 (avr. 16)
réf. DO091



N° 92 (juil. 16)
réf. DO092



N° 93 (oct. 16)
réf. DO093



N° 94 (janv. 17)
réf. DO094



N° 95 (avr. 17)
réf. DO095



N° 96 (août 17)
réf. DO096



N° 97 (nov. 17)
réf. DO097



N° 98 (févr. 18)
réf. DO098



N° 99 (mai 18)
réf. DO099

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML

À retourner accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service VPC – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email : pourlascience@abopress.fr

☒ **OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.**

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,90 € = 10,90 €

2^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

3^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

4^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

5^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

6^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/2018 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter boutique.pourlascience.fr

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls> Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire :

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z



PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR

Un son en trois dimensions

Essentielle aux jeux vidéo et aux home cinémas, la spatialisation du son consiste à créer l'illusion que des sons proviennent de diverses directions et à organiser ainsi des scènes sonores en trois dimensions. Un domaine en plein essor.

B

ien installé dans votre fauteuil, vous savourez: les cuivres se font entendre à votre droite, les bois suivent à gauche, avant de laisser place aux ensembles de cordes droit devant vous. Incroyable cette nouvelle philharmonie parisienne avec son acoustique presque parfaite ! Pourtant, vous n'êtes pas dans ce nouveau lieu dédié à la musique symphonique, vous

êtes... dans votre canapé, à écouter de la musique *via* votre tout nouveau système de home cinéma.

C'est en tout cas ce que vantent les publicités pour les systèmes de «son 3D». Y a-t-il tromperie sur la marchandise? Non, mais la spatialisation du son proposée par les équipements audio grand public est loin d'être parfaite. En conséquence, ce domaine de recherche est en plein essor. Au fait, de quoi parle-t-on?

JEUX VIDÉO ET HOME CINÉMA

La spatialisation du son rassemble les techniques de contrôle de la direction apparente de provenance des sons et la simulation ou la modification des effets acoustiques d'une salle de concert. L'introduction des techniques électroacoustiques en musique, au cours du xx^e siècle, a >