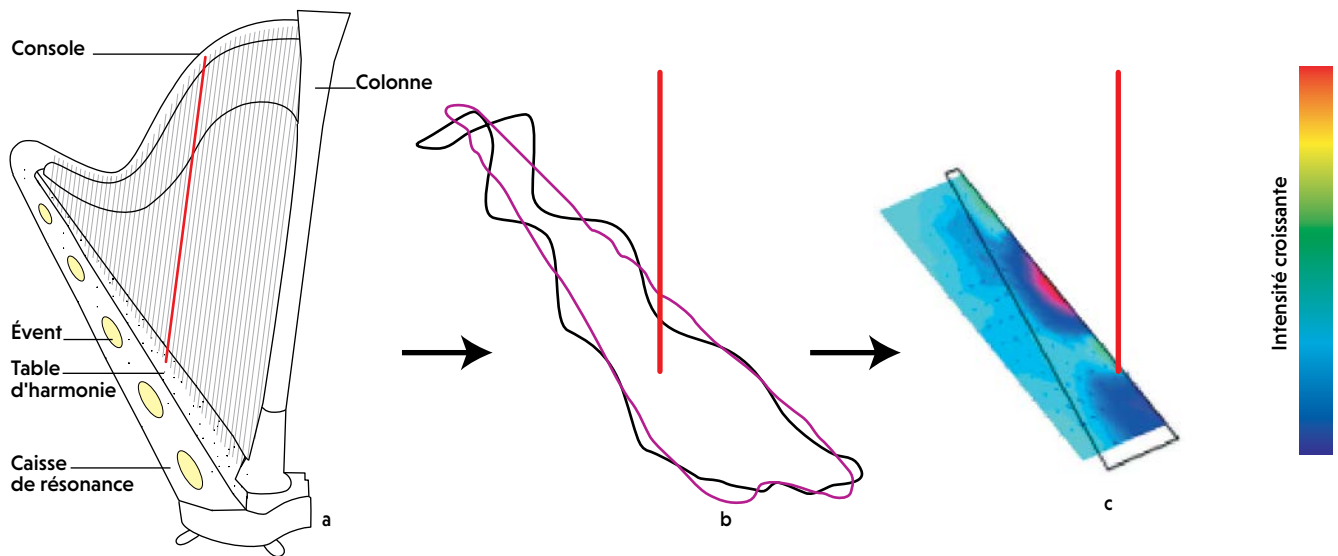




➤ successives, sur lequel les contraintes économiques pèsent en permanence. Par exemple, aujourd'hui, les accords internationaux de protection de la faune et de la flore limitent entre autres les prélèvements de pernambouc (un bois brésilien) pour les archets ou de palissandre pour les guitares et les percussions. Pour contourner ces obstacles, les constructeurs ont besoin de matériaux alternatifs et d'innovations qui ne peuvent venir que d'outils scientifiques. Ils sont aussi nécessaires pour améliorer la compétitivité des entreprises artisanales. Cela place l'étude de la physique des instruments de musique au cœur d'un processus conduisant à une facture performante.

UN MODÈLE À CORDES

Les instruments à cordes sont classés selon la façon dont le son est produit : on distingue ainsi les instruments pour lesquels des sollicitations sont entretenues (la corde frottée du violon) et ceux à cordes libres qui peuvent être frappées (le piano) ou pincées (la harpe ou la guitare). Dans ce dernier cas, les oscillations résultent d'une perturbation de l'état initial et constituent un phénomène quasi périodique, s'amortissant avec le temps. Rappelons que les vibrations d'une corde sont la superposition de contributions élémentaires, nommées modes, dont les fréquences sont des multiples entiers d'une fréquence dite fondamentale. Chaque mode de vibration est doté de caractéristiques, tels sa fréquence propre et son coefficient d'amortissement qui traduit la rapidité avec laquelle la corde retrouve son état initial (avant pincement).

Le rôle du luthier est de concevoir un dispositif mécanique robuste qui transforme en son la vibration de la corde. En effet, la corde est, seule, quasi incapable de mettre en

mouvement l'air, et ainsi de créer un son audible. Elle est donc associée à un système vibrant plan, une plaque nommée table d'harmonie (voir la figure ci-dessus). Cet élément a un rôle essentiel, celui du rayonnement acoustique, mécanisme par lequel la structure vibrante (principalement la table) transmet son mouvement à l'air environnant, mouvement ensuite propagé de proche en proche jusqu'à nos oreilles.

Cependant, pour une plaque seule, les rayonnements des deux faces créent des contributions presque opposées qui ont tendance à s'annuler. L'introduction d'une cavité diminue ce phénomène de court-circuit acoustique en réduisant le rayonnement de la face arrière de la plaque. Enfin, l'aménagement de trous dans cette cavité, des ouïes ou des événements, produit une résonance des basses fréquences qui augmente l'importance du champ rayonné dans ce registre de fréquences. La plupart des instruments à cordes sont construits sur ce modèle, dont nombre de paramètres sont ajustables par le luthier. Le choix de l'artisan est un équilibre entre son intuition et des règles issues de l'analyse du fonctionnement acoustique des instruments.

Examinons maintenant une harpe. Connue depuis l'Antiquité sous sa forme actuelle (elle est représentée sur un sceau sumérien), elle a néanmoins beaucoup évolué et donné lieu à de multiples modèles sur les différents continents selon la forme, la taille et le nombre de cordes. La grande harpe, ou harpe de concert, utilisée dans l'orchestre symphonique, est constituée de 47 cordes, fixées entre la console, en haut, et la table d'harmonie, en bas. Cette dernière est constituée d'une plaque faite généralement de bois d'épicéa, plus rarement en carbone,

La production d'un son avec une harpe se déroule selon plusieurs étapes : le doigt excite la corde (a, en rouge) qui communique son mouvement à la table d'harmonie (b, en noir) et crée un rayonnement sonore, visible sur la carte d'intensité acoustique (c).