



## PhyFI : la Physique au service de la Facture Instrumentale

Le Mans 22-23 janv. 2026

*Dans le cadre de* **LE MANSONORE**

### Programme détaillé

22 janvier, Itemm

#### Outils pour la facture : exposés

Animatrice : Alicia Deseille (Itemm)

Etat de l'art en termes de modélisation et de mesure et quels sont les obstacles à la mise en œuvre des outils proposés.

**8h30 : Accueil**

**9h00-9h30** : Présentation des moyens de conception et d'usinage numérique appliqués à la facture instrumentale (logiciels de CAO/DAO, CNC, découpe laser, imprimantes 3D), par le pôle recherche et innovation de l'ITEMM.

**9h30-10h15** : Présentation des méthodes statiques et dynamiques de caractérisation des poutres et plaques de bois. Focus sur les méthodes dynamiques non destructives et leurs applications en lutherie (PAFI, Soundtools, lasers...), par Frédéric Ablitzer (Chercheur au LAUM) et Romain Viala (Chercheur à l'Université Marie et Louis Pasteur, Ingénieur FC Innov)

**10h15-10h45** : Impédance d'entrée des instruments à vent : comment la mesurer, la calculer et ce qu'on peut en attendre, par Jean-Pierre Dalmont (Chercheur au LAUM).

**10h45-11h15 : Pause**

**11h15-11h45** : Modélisation physique des instruments à vent : quels usages pour la facture instrumentale, par Vincent Fréour (Chercheur au LMA)

**11h45-12h15** : Dans le contexte de la mise en œuvre de matériaux de substitution, présentation des travaux de thèse d'Yvan Giro sur l'utilisation du prototypage virtuel pour guider les choix de conception, par Yvan Giro (Post-doctorant LTDS, Centrale Lyon).

## Outils pour la facture : travaux pratiques (2<sup>ème</sup> demi-journée, Itemm)

**14h00-17h30** : TP en 4 petits groupes, 45' par groupe et ça tourne.

- Découverte des outils de mesures dynamiques accessibles en atelier, Frédéric Ablitzer et Romain Viala
- Mesure d'impédance, Jean-Pierre Dalmont
- Découverte du calcul d'impédance avec le logiciel "tut" et le logiciel "OpenWind", Bernard Bonin (ingénieur et luthier) et Augustin Ernoult (Chercheur au LAM)
- Découverte des moyens de conception assistée par ordinateur et usinage numérique : cas de l'impression 3D et de la découpe laser, pôle recherche et innovation de l'ITEMM

**23 janvier, Institut d'Acoustique, Le Mans Université**

## Interactions chercheurs facteurs : témoignages

**Animateur** : Jean-Baptiste Doc (CNAM, Paris)

**8h30** : Accueil

**9h00 - 9h30 : La science au service de la lutherie ou la lutherie au service de la science ?**

Claudia Fritz (LAM Paris) et Paul Noulet (Luthier à Limoges)

Après une présentation de l'atelier européen « Science et Lutherie en Limousin », que nous organisons chaque année, nous présenterons trois projets portant respectivement sur l'influence de l'épaisseur des tables et des fonds de violon sur leurs propriétés vibro-acoustiques et sonores, sur l'influence de la taille du modèle (40 cm de longueur de coffre pour un "petit" alto vs 42 cm pour un "grand" alto) sur la sonorité de l'alto et enfin sur l'exploration de l'importance du musicien et de l'archet dans le son produit par un violon.

**9h30 - 10h00 : Physique de la clarinette avec applications en facture d'instruments acoustiques et numériques : optimisation, synthèse sonore, pertes non linéaires**

Tom Colinot (Buffet Crampon)

Depuis les années 2000, Buffet Crampon entretient une relation étroite avec le monde académique par de multiples projets de collaboration. Le laboratoire commun Liamfi, avec le LMA (Marseille), concentre à l'heure actuelle les activités de recherches en acoustique musicale dont Buffet Crampon est partenaire. Cette présentation aborde ces collaborations par le prisme de trois thématiques.

Tout d'abord, on traitera de l'optimisation numérique de la géométrie d'un résonateur avec des critères acoustiques. Ce travail, d'abord académique et fondamental, a mené à la conception d'une clarinette simplifiée d'un genre nouveau : la Pocket Clarinet.

Ensuite, on verra comment les modèles physiques d'instruments auto-oscillants peuvent être utilisés en facture d'instruments acoustiques ou numériques : soit comme prototypes virtuels, soit comme synthétiseurs. On reviendra sur l'exemple de la Pocket Clarinet et de ses prototypes virtuels, et sur des synthétiseurs à visée expressive et pédagogique à destination des instruments hybrides réversibles acoustiques/numériques comme le ClariMate.

Enfin, on présentera une étude fondamentale, dont les résultats nourrissent les deux autres thématiques : la modélisation et la quantification de l'importance des pertes non linéaires dans la clarinette. La thèse CIFRE de N. Szwarcberg a montré le rôle de ces pertes dans le trou de registre pour la production de notes de second registre, en développant un modèle numérique prédictif en fonction de la géométrie du résonateur. Ce modèle et ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives d'applications à la facture d'instruments acoustiques et numériques.

### **10h00 - 10h30 : Utilisation d'un logiciel de calcul d'impédance d'entrée pour la conception d'instruments à vent**

Bernard Bonin (Ingénieur et facteur indépendant, Gif sur Yvette)

Dans cet exposé, on se propose d'illustrer les interactions science-facture instrumentale à travers le développement et l'utilisation du logiciel TUTT, dédié à la conception d'instruments à vent. Le logiciel permet d'obtenir des plans de perce optimisés de tous types d'instruments, en modélisant la physique des oscillations auto-entretenues dans une colonne d'air. Le modèle inclut l'interaction instrument-instrumentiste. On donnera quelques exemples d'utilisation du logiciel : design et réalisation d'un basson système Boehm ou d'un nouveau type de flûte traversière à une clef. On décrira au passage quelques méthodes de prototypage rapide d'instruments à vent de la famille des bois.

### **10h30 - 11h00 : pause**

### **11h00 - 11h30 : Du dialogue à la facture, près de 30 ans d'interaction avec Henri Selmer Paris**

Marie Jeanneteau et Jonathan Cottier (Selmer, Paris), Vincent Gibiat (Université de Toulouse),

L'initiative en 1988 de la SFA d'installer un dialogue entre acteurs de la physique des instruments de musique et facteurs d'instruments est entrée en résonance chez Henri Selmer Paris. Concrétisée par l'utilisation d'outils de mesure d'impédance d'entrée progressivement mis en place in situ chez le facteur, les approches expérimentales pour les études acoustiques ou des propriétés mécaniques des matériaux, ont récemment été complétées par une démarche de modélisation permise par une optimisation des outils de simulation numérique. Le fruit de ces travaux communs a exacerbé les échanges et nourrit l'évolution des instruments.

## **11h30 - 12h00 : Le Cristal Baschet : un laboratoire vivant de lutherie et d'acoustique**

Audrey Couineaux (LAUM) et Frédéric Fradet (Ingénieur)

Le Cristal Baschet, inventé dans les années 1950 par Bernard et François Baschet, est un instrument singulier dont le son naît du frottement des doigts mouillés sur des tiges de verre. Ces tiges sont fixées sur un ensemble de poutres métalliques formant un clavier chromatique. Les vibrations sont ensuite transmises à divers éléments de diffusion - cônes métalliques, ressorts, membranes, tiges fines, structures composites -interchangeables, conférant à l'instrument une modularité rare dans la lutherie.

Depuis son invention, le Cristal n'a cessé d'évoluer. Les ajustements successifs ont poursuivi deux objectifs majeurs : améliorer la jouabilité et explorer de nouveaux timbres en optimisant le rayonnement acoustique. Ces transformations résultent d'un long processus d'essais, d'intuitions et d'expérimentations mené par les inventeurs, leurs collaborateurs et les luthiers qui ont perpétué cet instrument. Jusqu'à récemment, sa fabrication et son réglage reposaient essentiellement sur un savoir-faire empirique.

Les recherches menées ces dernières années ont permis de mieux comprendre les phénomènes physiques en jeu : comportements vibratoires des tiges, vibrations induites par le frottement, non linéarités des diffuseurs, résonances sympathiques des « moustaches »... Cette approche scientifique éclaire l'influence des paramètres de conception sur le timbre, la facilité de jeu et la richesse sonore du Cristal. Elle offre également aux luthiers des outils pour dimensionner de nouveaux éléments et imaginer d'autres sonorités, là où l'intuition seule dominait autrefois.

Inversement, la lutherie nourrit la recherche : elle fournit des problématiques concrètes, des prototypes, une compréhension fine du geste instrumental, et des phénomènes encore peu étudiés. La diversité des phénomènes physique de cet instrument montrent combien son étude peut contribuer à la physique fondamentale autant qu'à la facture instrumentale.

Le Cristal Baschet apparaît ainsi comme un véritable support d'invention et d'expérimentation. L'interaction entre luthiers, ingénieurs et chercheurs ouvre la voie à de nouveaux outils de modélisation physique, à des méthodes de fabrication mieux documentées, ainsi qu'à une compréhension plus fine des phénomènes étonnantes propres à l'instrument - notamment les modulations produites par les moustaches ou les résonances complexes des tôles.

Cette collaboration pose aussi des questions essentielles : comment financer la recherche appliquée à la lutherie ? Comment pérenniser les connaissances, les inventions et les systèmes développés par les Baschet ? Comment produire des synthèses sonores plus fidèles ? Malgré les défis, ces travaux montrent clairement l'intérêt fondamental d'étudier les instruments de musique : loin d'être un terrain « sympathique mais marginal », c'est un domaine où science, imagination et savoir-faire se rencontrent et s'enrichissent mutuellement.

## **12h00 - 12h30 : Caractériser l'influence de la géométrie du canal des flûtes à bec sur le son produit : un exemple de collaboration facteur-scientifique-musicien**

Soizic Terrien (LAUM, Le Mans) et Philippe Bolton (Facteur de flûtes, Villes sur Auzon)

Le canal des flûtes à bec - dans lequel souffle l'instrumentiste - est reconnu par les facteurs comme un élément clé du bon fonctionnement de l'instrument. A l'inverse des flûtes traversières, où ce canal est formé par les lèvres du musicien et peut donc être adapté pour chaque note, il est dans les flûtes à bec fixé lors de la fabrication par le facteur, qui doit donc chercher le meilleurs compromis pour que l'instrument fonctionne sur toute sa tessiture. L'étude présentée ici part des méthodes de travail du facteur pour d'une part comprendre quel compromis est recherché entre les différentes caractéristiques du son produit par

l'instrument (stabilité des différentes notes, timbre, justesse, durée des attaques, homogénéité sur toute la tessiture ...) et d'autre part caractériser l'influence des principaux paramètres géométriques du canal (convergence, courbure, hauteur) sur le son produit caractérisé à la bouche artificielle d'une part, et sur le jeu d'une musicienne professionnelle d'autre part.

## **Entre tradition et modernité, quel avenir pour la facture instrumentale**

### Table ronde

**Animateur :** Jean-Pierre Dalmont (LAUM)

#### **Invités**

- Jonathan Cottier (Selmer)
- Vincent Fréour (Yamaha)
- Tom Colinot (Buffet Crampon)
- Bernard Bonin (facteur indépendant)
- Romain Viala (Université de besançon)

#### **Questions abordées**

- Comment innover tout en respectant la tradition ?
- Artisans et industriels, même combat ?
- Impact des nouvelles technologies et procédés sur
  - la conception (prototypage)
  - la fabrication (process)
  - le contrôle qualité (à différents stades)
- Quid des nouveaux instruments
- Développement durable et matériaux de substitution

## **Transmission des savoirs et savoir-faire scientifiques**

### Table ronde

**Animateur :** Bruno Gazengel (LAUM)

#### **Invités**

1. ITEMM
  - a. Léo-Loup Reynier, formateur en acoustique
  - b. Ludovic Barrier, formateur guitare
  - c. Ruben Vazquez-Delgado, formateur instruments à vent (sous réserve)
2. Vincent Gibiat (Université de Toulouse)
3. Claudia Fritz (LAM, Paris)
4. JB Doc (Cnam Paris)
5. Philippe Bolton (facteur de flûtes)

### **Questions abordées**

- Pourquoi devrait-on intégrer les outils de la démarche scientifique dans la formation des facteurs d'instruments et luthiers ?
- Quels moyens de transmission peuvent-être proposés et mis en œuvre ?
- Quelles formes peuvent prendre ces formations ?
- Comment mettre en pratique ces formations à court terme ?