

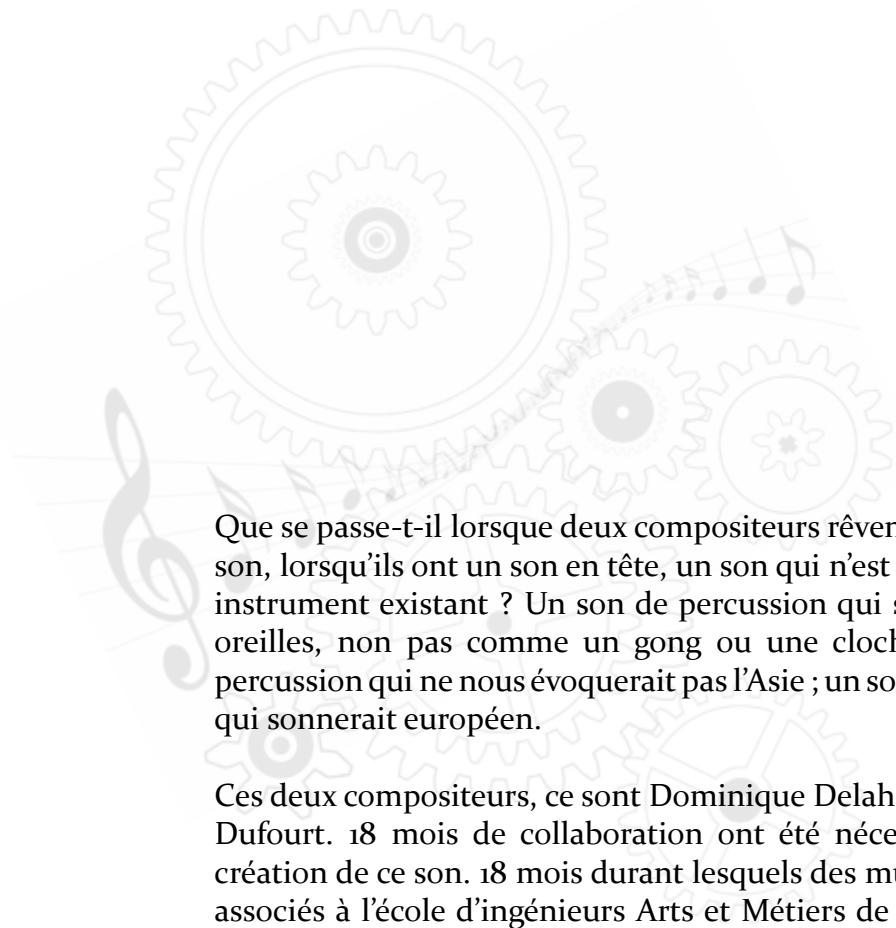
---

# *Le Vème*

---

*Un défi musical et technologique*





Que se passe-t-il lorsque deux compositeurs rêvent d'un nouveau son, lorsqu'ils ont un son en tête, un son qui n'est émis par aucun instrument existant ? Un son de percussion qui sonnerait à nos oreilles, non pas comme un gong ou une cloche ; un son de percussion qui ne nous évoquerait pas l'Asie ; un son de percussion qui sonnerait européen.

Ces deux compositeurs, ce sont Dominique Delahoche et Hugues Dufourt. 18 mois de collaboration ont été nécessaires pour la création de ce son. 18 mois durant lesquels des musiciens se sont associés à l'école d'ingénieurs Arts et Métiers de Metz. 18 mois pour que des ingénieurs aident les compositeurs à matérialiser ce son dans leur tête.

Ce son, c'est celui du Veme<sup>®</sup>, nouvel instrument de percussion métallique.

The background of the slide is a light gray illustration featuring several interlocking gears of various sizes and musical notes on a staff. The gears are positioned in the upper left and right areas, while the musical notes are scattered across the middle and lower sections. The overall aesthetic is clean and technical, reflecting the 'Genèse du projet' (Genesis of the project) theme.

# Genèse du projet

Depuis quelques années, Dominique Delahoche, compositeur et trombone de l'Orchestre national de Lorraine (ONL), ainsi qu'Hugues Dufourt, compositeur, ont une rêverie commune : celle de créer un nouveau son. Ce son est celui d'une percussion métallique aux sonorités européennes. Ce son doit permettre de modifier la perception d'un morceau, de le colorer. Avec ce son, le compositeur acquiert de nouveaux outils lui permettant tout autant d'introduire des fonds mystérieux et insondables que de soulever l'orchestre tout entier. Dominique Delahoche l'imagine pour sa pièce : Surchauffe.

En mars 2013, il rencontre Denis Matheis, directeur adjoint du campus Arts et Métiers ParisTech de Metz. Cette rencontre est le point de départ de la collaboration. L'Orchestre national de Lorraine et le campus Arts et Métiers de Metz décident de matérialiser ce son. Une équipe de recherche est montée au mois de juillet. Elle est composée de membres de l'ONL, d'enseignants et d'étudiants d'Arts et Métiers et d'un membre des percussions de Strasbourg. Le projet commence.



# Créer un son : les étapes

## Le cahier des charges

Un étudiant Arts et Métiers, Mickael Elbisser, travaille sur le projet. Il est soutenu dans son projet par Nicolas Bonnet, enseignant. Du son dans la tête des compositeurs ils amorcent la démarche scientifique.

Les compositeurs caractérisent le son recherché en le décrivant :

- Pas d'effet de saturation dans les aigus comme les cymbales,
- Pas de notes distinctes comme les cloches,
- Un volume de fréquences basses élevé,
- Un son qui se maintient dans le temps,
- Un son puissant de 90dB à 1m (puissance équivalente aux aboiements d'un chien).

À partir de ces éléments, l'ingénieur se met au travail.

Il établit un cahier des charges scientifique qui permettra de valider l'atteinte des objectifs : description du son, esthétique de l'instrument, mode de jeu, stockage, rangement, etc. tout est passé en revue.

# Étude préliminaire acoustique

En combinant plusieurs sons de manière électronique, Hugues Dufourt et Dominique Delahoche parviennent à modéliser le son souhaité. L'étude de ce son est précieuse aux ingénieurs. Elle permet de le caractériser : il est riche et a une plage de fréquence élevée.

L'heure est maintenant à l'état de l'art\*. Il faut déterminer les instruments existants qui permettent d'obtenir un son proche de celui souhaité. Les tests commencent. On cherche les facteurs qui permettent d'atteindre cet objectif, d'obtenir le bon son : matériau, procédé de réalisation, inclinaison, taille, etc.

Avec différents types de mailloches, on tape, on teste, on écoute et on mesure le bruit obtenu. Pour cette étape, la science permet de déterminer si la fréquence des sons est proche de celle souhaitée. Mais rien ne remplace l'oreille aguerrie des compositeurs qui permet d'identifier le bon timbre.

Les échanges sont fréquents entre l'école d'ingénieurs et l'Orchestre national de Lorraine.

Les études menées portent leurs fruits : après 4 mois de travail, le son est trouvé. Il est produit par une fine plaque métallique qui vibre de manière complexe. Cette vibration particulière est un phénomène physique appelé régime vibratoire non-linéaire. C'est cette vibration complexe qui permet d'obtenir le son souhaité.

On peut déterminer si une plaque produira le bon son grâce au calcul de sa densité modale.

\* L'état de l'art est une démarche consistant à faire l'état des connaissances dans un domaine à un instant T. La démarche est utilisée dans le cadre de la recherche scientifique, médicale, en ingénierie, architecture, travaux publics, etc.

# Donner de la puissance

Le son est bon mais il manque de puissance et n'est pas assez grave. On fait un nouvel état de l'art qui permet de recenser les amplificateurs déjà utilisés dans le monde de la musique. Après une nouvelle série de tests, la solution est trouvée. Il faut utiliser un résonateur. C'est le couplage aérien entre la plaque métallique et le résonateur à deux membranes qui permet d'amplifier et de rendre le son plus grave. C'est un autre phénomène physique utilisé pour cet instrument. Après 6 mois de recherche, le concept est trouvé.

## C'est quoi un son ?

Le son est une onde produite par la vibration d'un support. Il se propage grâce à l'élasticité du milieu environnant sous forme d'ondes longitudinales. Cette vibration est perçue grâce à l'ouïe.

La fréquence d'un son est exprimée en Hertz (Hz). Elle est directement liée à la hauteur d'un son perçu. À une fréquence faible correspond un son grave. À une fréquence élevée un son aigu. L'oreille humaine perçoit les sons entre 20Hz et 20kHz.

L'intensité perçue dépend, entre autres, de son amplitude : le son peut être fort (forte) ou doux (piano).

En acoustique (étude du son), on mesure l'intensité en décibels (dB). La sensibilité de l'oreille varie en fonction de la fréquence du son : l'oreille est moins sensible aux basses fréquences. 0dB correspond au minimum que l'oreille humaine puisse percevoir, on l'appelle seuil d'audibilité (et non silence absolu). À partir de 80dB, l'oreille peut subir des dommages. Le seuil de douleur est de 130 dB.

Le timbre détermine la couleur du son. Il est différent pour chaque type de source sonore et différencie à l'oreille deux sons qui ont la même fréquence fondamentale et la même intensité. Par exemple, la même note jouée avec la même intensité par une trompette ou un violon a un timbre différent.

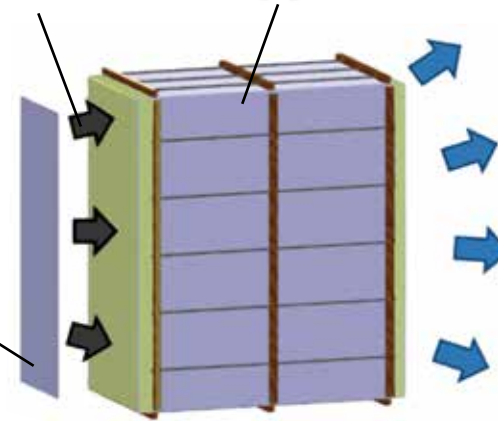
# L'instrument

En février 2014, le premier veme® est créé. Il remplit le cahier des charges demandé. Grâce à des études de caractérisation, on connaît l'influence de chacun des paramètres sur le son de l'instrument.

Une structure porteuse permet de maintenir le résonateur et la plaque en l'air. Deux points d'attache sont nécessaires pour maintenir la plaque. Ils permettent de laisser un maximum de liberté à la plaque pour vibrer. L'écart entre les deux cordes de fixation est étudié pour éviter d'appauvrir le son.

Pour maximiser la projection des ondes vers le résonateur et optimiser la dimension de couplage, le résonateur doit être 100mm plus large que la plaque. Les peaux du résonateur sont mises sous tension de manière différente pour qu'elles vibrent de manière légèrement décalées.

1. Le percussionniste frappe la plaque métallique qui vibre de manière complexe, on parle de «régime vibratoire non-linéaire»
2. Les vibrations graves se transmettent à la peau du résonateur
3. Deux peaux tendues de chaque côté d'un caisson rectangulaire, un résonateur. Le «couplage aérien» entre la plaque métallique et le résonateur amplifie le son et le rend plus grave
4. Son métallique, européen, puissant dans les graves et ne saturant pas dans les aigus





# L'avenir du Veme®

## Un brevet déposé

Créé sous l'impulsion de deux compositeurs, le Veme® est le premier instrument de musique à combiner deux phénomènes physiques : les régimes vibratoires non-linéaires et le couplage aérien entre une plaque métallique et un résonateur à deux membranes. Cette innovation technologique a donné lieu au dépôt d'un brevet en octobre 2014.

## Un premier prix au Trophée mc6

Ce trophée organisé par le Club Metz Technopôle récompense un projet innovant d'étudiant. C'est Mickaël Elbisser qui a remporté le premier prix le 4 décembre dernier avec le Veme®.

## Une mise en musique avec Surchauffe

Le veme® a été créé pour Surchauffe. La pièce de Dominique Delahoche sera jouée le 10 avril 2015 à Meisenthal (57) et le 12 mai 2015 à l'Arsenal – Metz.

### Les inventeurs du veme

**Nicolas Bonnet**, enseignant au campus Arts et Métiers ParisTech de Metz

**Antoine Chaigne**, spécialiste de l'acoustique musicale

**Dominique Delahoche**, trombone à l'ONL et compositeur

**Hugues Dufourt**, compositeur

**Mickaël Elbisser**, étudiant au campus Arts et Métiers de Metz

**Denis Matheis**, directeur adjoint et enseignant au campus Arts et Métiers de Metz

**François Papirer**, percussionniste aux Percussions de Strasbourg

**Vincent Renoncé**, percussionniste à l'ONL



# Remerciements

Six vemes® de tailles différentes ont été construits au campus Arts et Métiers de Metz : deux petits et quatre grands. Ils proposent une gradation de timbres et offrent de nouvelles possibilités sonores pour les orchestres.



Grand veme® avec plaque de 2 m de haut Petit veme® avec plaque de 80 cm de haut

Un grand merci à tous ceux qui ont participé au projet et en particulier Jean-François Noller, technicien au campus Arts et Métiers de Metz ayant travaillé à la réalisation des vemes à toutes les étapes du projet.

Merci à tous les étudiants ayant participé à cette réussite à l'occasion de stages ou de projets, et notamment, Marc-Aurèle Akoto, Benjamin Bourgogne, Lucas Darnis, Clément Krebs, Marc Pautard.

Merci également au campus de Centrale Supélec de Metz pour les prises de mesures sonores, et notamment à Jean Baptiste Tavernier et Stéphane Rossignol.



Porté par l'Orchestre national de Lorraine et l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, sur une idée musicale de Dominique Delauche et Hugues Dufourt

**ORCHESTRE  
NATIONAL  
DE LORRAINE**  
JEFF JACQUES MERCIER

**ARTS  
ET MÉTIERS**  
ParisTech

Projet soutenu par :

 **demathieu bard**  
INITIATIVES

**PERCUSSIONS  
DE STRASBOURG**

  
metz

 La Région  
**Lorraine**

  
Direction régionale  
des affaires culturelles  
de Lorraine

**Interreg IVA**  
Grandregion - Grande Région



« Projet cofinancé par le Fonds européen de développement régional dans le cadre du programme INTERREG IVA Grande Région »  
„Gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Programms INTERREG IVA Großregion“

« L'Union européenne investit dans votre avenir »  
„Die Europäische Union investiert in Ihre Zukunft“

**En savoir plus sur le Veme®**  
Christophe Billard, administrateur de l'ONL  
cbillard@orchestrenational-lorraine.fr