



**HAL**  
open science

## Caractérisation perceptive des sons de lauzes de couverture

Stéphane Corn, Patrice Guyot, Yannick Fogue Djombou

► **To cite this version:**

Stéphane Corn, Patrice Guyot, Yannick Fogue Djombou. Caractérisation perceptive des sons de lauzes de couverture. Journées Perception Sonore 2023, Nov 2023, Paris, France. , 2023. hal-04316432

**HAL Id: hal-04316432**

**<https://hal.science/hal-04316432v1>**

Submitted on 30 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Caractérisation perceptive des sons de lauzes de couverture

Stéphane CORN<sup>1</sup>, Patrice GUYOT<sup>2</sup>, Yannick Igor FOGUE DJOMBOU<sup>3</sup>



<sup>1</sup> LMGC, IMT Mines Alès, Univ Montpellier, CNRS, Alès, France

<sup>2</sup> EuroMov DHM, IMT Mines Alès, Univ Montpellier, Alès, France

<sup>3</sup> Laboratoire PIMENT, Université de la Réunion, France



## Toitures en lauzes calcaires



Four à pain couvert en lauzes calcaires en Aveyron (Photo FogueDjombou)



Technique artisanale de taille, diagnostic et sélection des lauzes (Photo Sounalet)

- Élément caractéristique de l'architecture vernaculaire et patrimoniale des régions montagneuses de la France

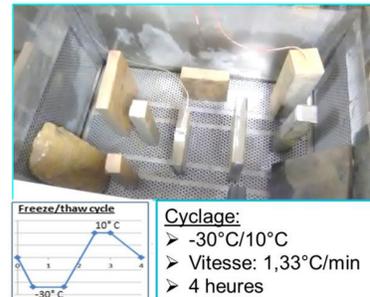
### Contexte professionnel

- **Diagnostic** des pierres en les faisant **sonner** de coups secs, dans la pratique traditionnelle
- **Sélection** des pierres susceptibles de résister aux conditions climatiques hivernales sévères
- **Prise de décision** en fonction de la **perception sonore** et visuelle et du contexte (nature géologique, lieu, etc.)
- Pratique peu documentée et dont le pronostic est parfois erroné

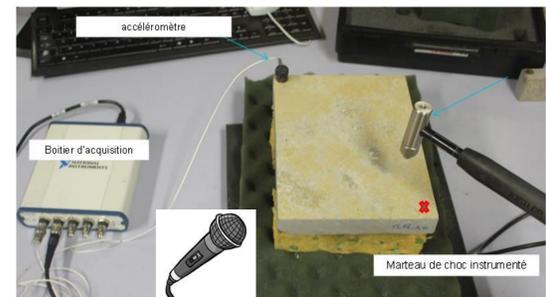
## Objectifs de l'étude

- Evaluer l'**endommagement au cyclage gel-dégel** d'échantillons de lauzes calcaires par **analyse vibratoire impulsionnelle instrumentée**
- Etablir les **descripteurs sonores** corrélés avec la résistance au gel-dégel
- Elaborer un **test perceptif** destiné à identifier les critères qui influencent la **décision de l'artisan lauzier**
- Consolider scientifiquement la pratique traditionnelle et **préserver la filière professionnelle**

## Matériels et méthodes

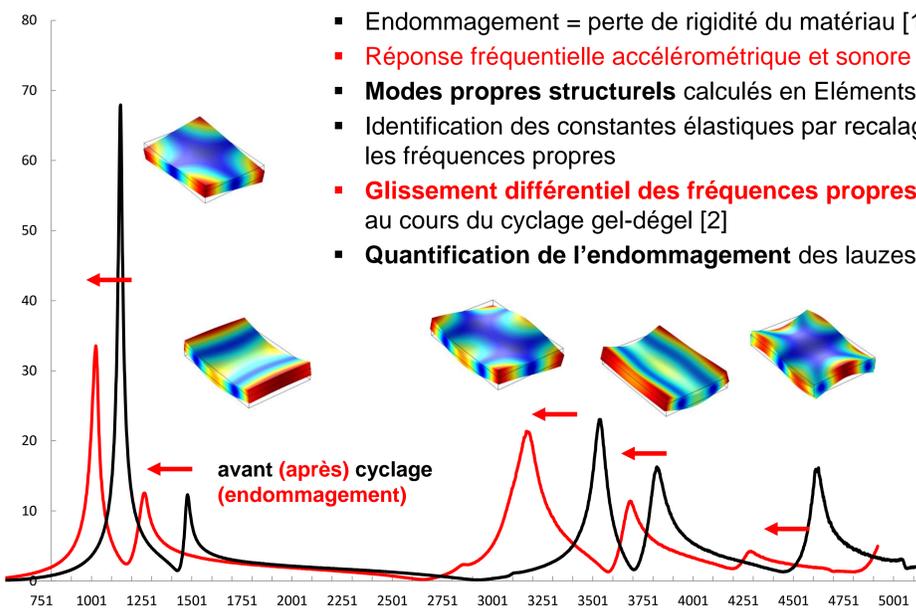


Cyclage de gel-dégel accéléré. Echantillons parallélépipédiques de lauzes calcaires



Mesure impulsionnelle :  
• marteau de choc  
• accéléromètre piézo  
• microphone

## Analyse vibratoire pour le suivi de l'endommagement



- Endommagement = perte de rigidité du matériau [1]
- **Réponse fréquentielle accélérométrique et sonore**
- **Modes propres structurels** calculés en Eléments Fins
- Identification des constantes élastiques par recalage sur les fréquences propres
- **Glissement différentiel des fréquences propres** au cours du cyclage gel-dégel [2]
- **Quantification de l'endommagement** des lauzes

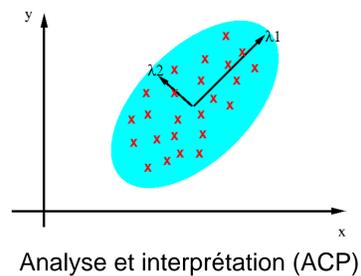
## Méthodologie d'analyse sonore

Phase 1 :  
**identification des descripteurs sonores liés à la résistance au gel**

Analyse sonore :

- extraction des descripteurs sonores avec le jeu d'éléments embase de openSMILE
- 1003 descripteurs sonores :  
Intensité, sonie, 12 MFCC, pitch (F0), F0 enveloppe, 8 LSF (Line Spectral Frequencies), ZCR, etc.  
+ dérivées et statistiques (min, max, moyenne, écart type, moments, etc.)

PCA: component axes that maximize the variance



Analyse et interprétation (ACP)

## Phase 2 : étude perceptive

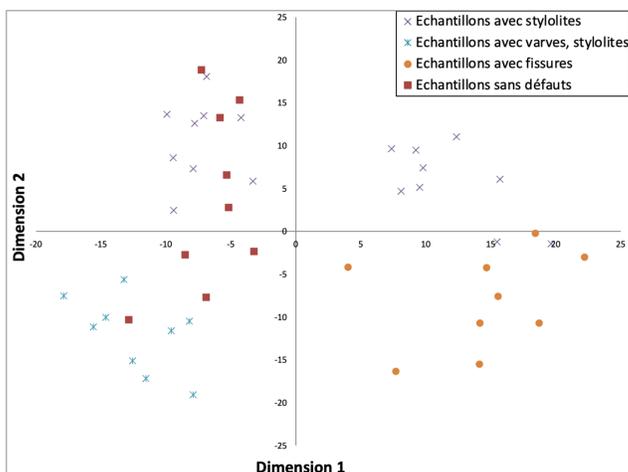
Collecte d'une grande quantité de sons de lauzes sur le terrain et en laboratoire :

- écoute de stimuli sonores + vision + autres infos
- utilisation de sons de synthèse et ou de traitement afin de modifier les paramètres sonores

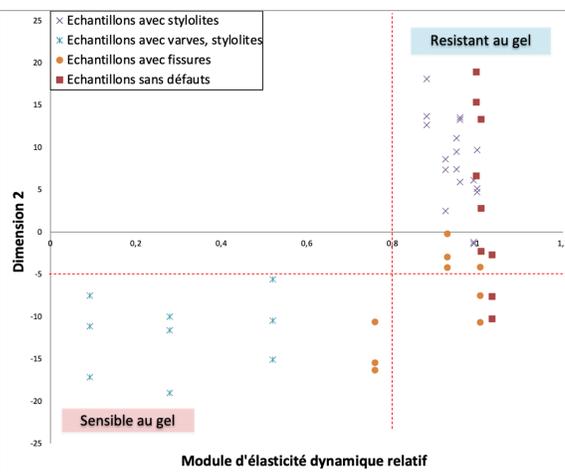
Entretien avec les artisans lauziers pour recueillir leurs perceptions, ainsi que le vocabulaire utilisé pour caractériser chaque pierre, et les décisions prises

Corrélation avec l'évaluation vibratoire et sonore des lauzes: couplage entre l'étude acoustique et l'étude perceptive

## Premiers résultats



Clustering de l'ACP des sons de lauzes vis-à-vis de la présence de défauts microstructuraux



Relation entre réponse sonore (ACP), présence de défauts microstructuraux et résistance au gel-dégel

## Conclusions et perspectives

- L'analyse vibratoire structurelle d'échantillons de lauzes permet de quantifier leur endommagement
- Les descripteurs acoustiques permettent de classer les échantillons en fonction de leur résistance au gel-dégel
- L'étude perceptive intégrera des informations additionnelles
- Les résultats obtenus seront reliés aux défauts microstructuraux des lauzes, à leur provenance et à leur susceptibilité de s'endommager aux intempéries

## Références

- [1] J. Mazars, (1984) Application de la mécanique de l'endommagement au comportement non linéaire et à la rupture du béton de structure, Thèse de doctorat d'état de l'Université Paris VI
- [2] Y.I. Fogue Djombou, S. Corn, et al, (2019) Freeze-thaw resistance of limestone roofing tiles assessed through impulse vibration monitoring and finite element modeling in relation to their microstructure, Const. and Build. Mater. 205

