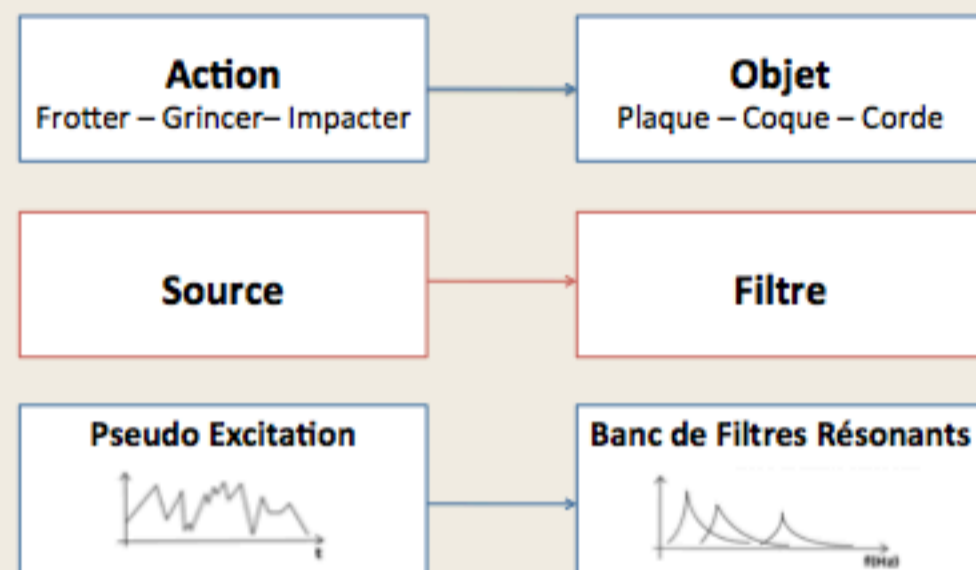


# APPROCHE ÉNACTIVE DES RELATIONS SON / GESTE POUR LE CONTRÔLE DE LA SYNTHÈSE SONORE ET LE GUIDAGE

## CONTEXTE

- Les procédés de synthèse sonore permettent désormais de reproduire de façon réaliste la plupart des sons d'interaction entre un excitateur et un objet résonnant [Van den Doel et al., 2001].
- En particulier, la synthèse soustractive donne la possibilité de séparer très clairement la modélisation de l'objet et de l'action qui agit sur lui et qui est la cause de la production du son : impact, frottement, roulement...



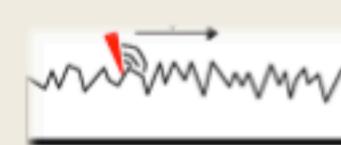
- Les travaux présentés ici se focalisent sur la synthèse et le contrôle des sons produits par l'action d'un geste humain sur un résonateur. Une situation naturelle est celle des sons de frottements produits par l'interaction d'un geste avec une surface.

## ENJEUX ET PROBLÉMATIQUES

- Les enjeux se portent surtout sur le contrôle de ces modèles et la possibilité de faire une description sémantique des sons que l'on souhaite générer. Cela sous entend de comprendre les relations entre les paramètres des modèles et les évocations qu'elles provoquent.
- Des études se sont portées sur l'objet et le contrôle du matériau évoqué quand on impacte un objet [Aramaki et al., 2011]. Un contrôle continu par un espace de matériaux - bois, métal, verre - a été proposé.
- Dans le cas des sons d'interactions produits par un geste humain, une telle problématique soulève des questions fondamentales sur les *représentations mentales* du geste sous-jacent à un son de frottement, par exemple :
  - Peut-on évoquer un geste spécifique à partir d'un son de frottement ?
  - Quand on entend un son de frottement, quelles sont les caractéristiques du geste que l'on s'imagine : sa vitesse ? sa pression ?
  - Comment évoquer les différentes composantes d'un geste humain en contrôlant finement la synthèse du son ?
  - Peut-on évoquer des formes géométriques spécifiques juste à partir d'un son de frottement ?

## FROTTEMENT LINÉAIRE

Le frottement linéaire peut être modélisé comme une suite d'impacts d'un excitateur sur un résonateur modal.



Du point de vue du signal, cela correspond à filtrer passe-bas un bruit dont la fréquence de coupure est liée à la vitesse de l'excitateur.

La synthèse de ces sons est donc contrôlée exclusivement par le profil de vitesse ce qui nous permet d'étudier son importance dans la perception du geste sous-jacent à un son.

## LE PROFIL DE VITESSE : UN INVARIANT PERCEPTIF

- Paolo Viviani a montré que la vitesse tangentielle d'un geste était liée à sa courbure par la loi en puissance 1/3 :

$$v_T \propto C^{1/3}$$

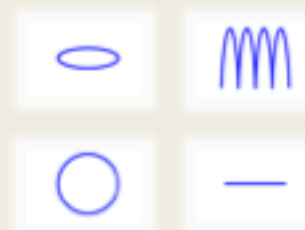
- Il a aussi mis en évidence que nous incarnions cette loi au niveau visuel. Qu'en est-il au niveau auditif ? Peut-on reconnaître les mouvements biologiques juste par le biais d'un son de frottement ?

- Nous avons mis en place un test de calibration sonore de l'exposant de la loi en puissance reliant courbure et vitesse. Les résultats montrent que nous sommes capable de reconnaître les mouvements biologiques juste par le biais du son.

$$\bar{\beta} = 0.36 \quad SD = 0.08$$

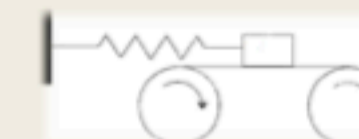
- Cette loi montre que nous pouvons relier la vitesse d'un geste à la courbure. Nous avons donc investigué si, à partir d'un son de frottement produit quand une personne dessine, il était possible de déterminer la forme dessinée.

- Lors de ce test, il fallait associer le son de frottement produit à la forme dessinée. Pour des formes distinctes, les résultats montrent que l'on peut faire cette association. Les résultats ont montré que pour des formes distinctes, nous étions capable d'associer les sons aux formes.



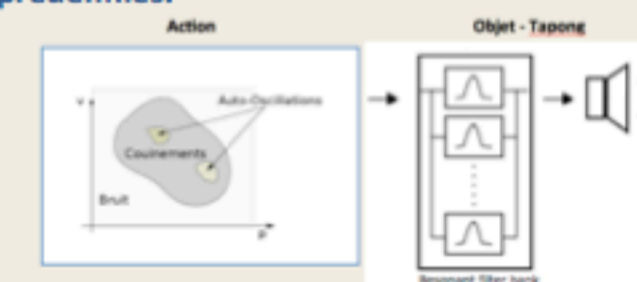
## FROTTEMENT NON LINÉAIRE

Les phénomènes de friction non linéaire génèrent des sons de type couinements - grincements - auto-oscillations. Ces sons sont directement liés au paramètre de force et de vitesse de l'excitateur.



Les méthodes numériques permettant de synthétiser ces types de sons sont complexes à mettre en œuvre, et leur contrôle s'avère très peu intuitif.

Afin d'investiguer l'importance de la pression et de la vitesse dans la perception du geste sous-jacent à un son, nous avons implémenté un modèle physiquement informé de ce type de son. Il permet de contrôler la synthèse des différents phénomènes acoustiques en fonction de zones pression/vitesse prédéfinies.



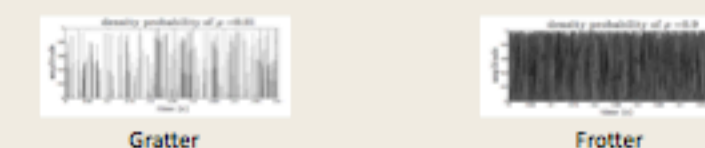
Contrôle haut-niveau de la synthèse pour les modèles de friction non linéaire

## GUIDAGE

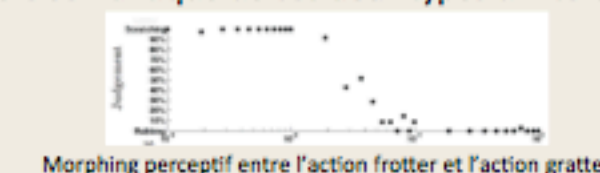
Cette stratégie de synthèse et la simplicité dans la définition des zones de couinements et d'auto oscillation permet d'envisager une utilisation pour le guidage d'un geste et de ses différentes composantes (pression / vitesse).

## SÉMANTIQUE DE L'ACTION : FROTTER / GRATTER

- En contrôlant la densité d'impacts du bruit en entrée du modèle source filtre, il est possible d'évoquer deux actions spécifiques : le frottement ou le grattage



- Un test de catégorisation forcée a permis de valider le contrôle sémantique de ces deux types d'interactions.



Morphing perceptif entre l'action frotter et l'action gratter