

---

# Étude de la perception des sons du quotidien : vers des applications pour le design sonore.

Olivier Houix  
[houix@ircam.fr](mailto:houix@ircam.fr)

Travail collectif avec:  
Patrick Susini  
Nicolas Misdariis  
Guillaume Lemaitre  
Isabel Urdapilleta P8

---

*Equipe Perception et Design Sonores*

 **ircam**  
Centre  
Pompidou



---

## Plan de la présentation

- Définition des sons du quotidien
- Ecoute musicale / quotidienne
- Propriétés des événements sonores
- Similarité et catégorisation
- Vers le design sonore
- Design sonore interactif
- Perspectives



---

# Comment définir les sons du quotidien ?

## Sons environnementaux / sons du quotidien

- N'importe quel événement sonore qui se produit dans l'environnement :
  - en dehors de la parole, musique, des alarmes ...
  - Hors système de communication (Vanderveer, 1979)
- « all naturally occurring sounds other than speech and music » (Gygi, Kidd, & Watson, 2007, p. 839; Gygi & Shafiro, 2007)
- « Everyday sounds » (Ballas & Mullins, 1991)



---

# Comment définir les sons du quotidien ?

## Distinction entre:

### – Sons produits par des êtres vivants ->

- Humains ou non humains   
- Par la vibration d'une partie du corps, processus d'alimentation, de la vocalisation, la locomotion

### – Sons produits par ->

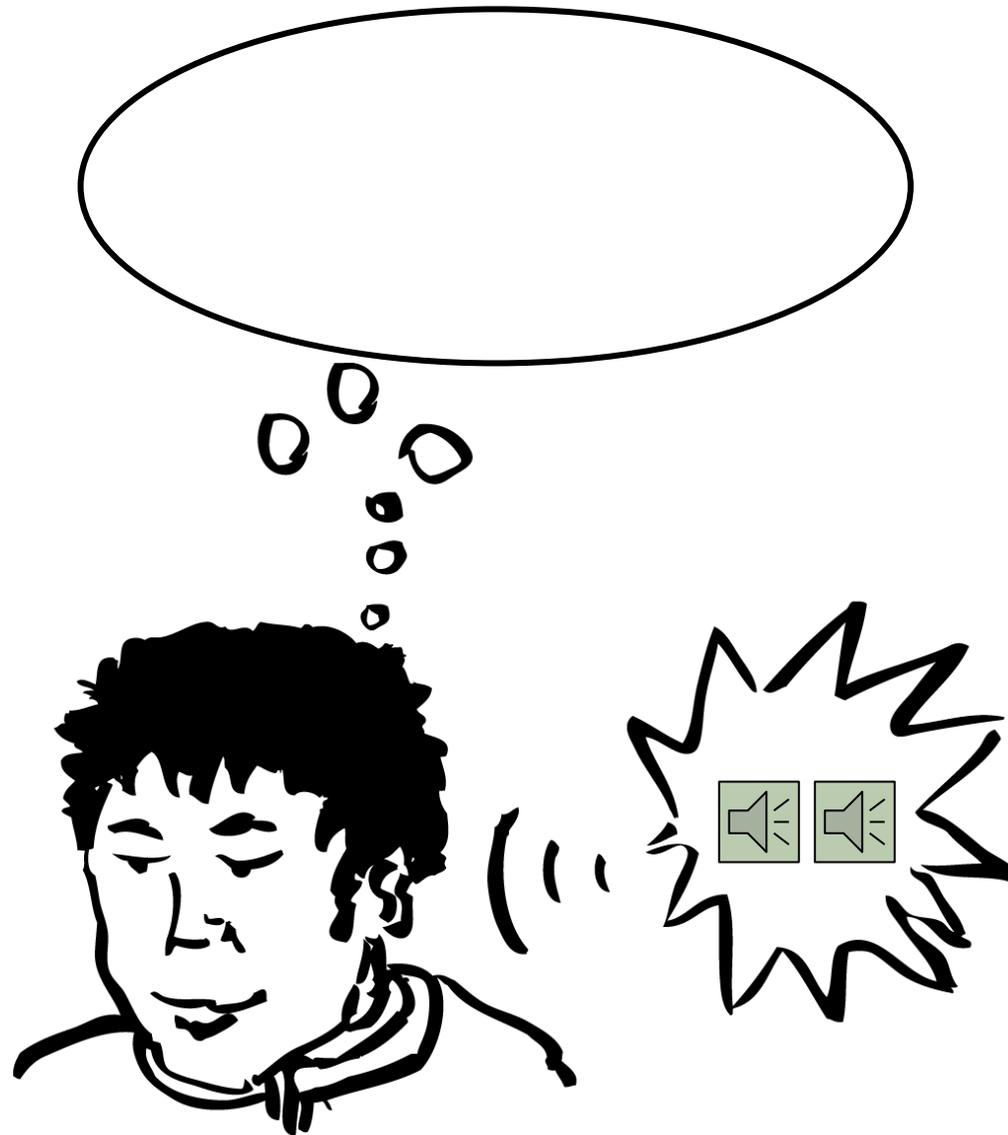
- Une activité motrice   
  - Le son est le résultat d'une activité motrice (à la suite de, ou concomitant)
  - Utilisation d'un ou plusieurs objets (pas forcément un outil)
- Sons produit par un phénomène physique

(Giordano et coll. 2010)

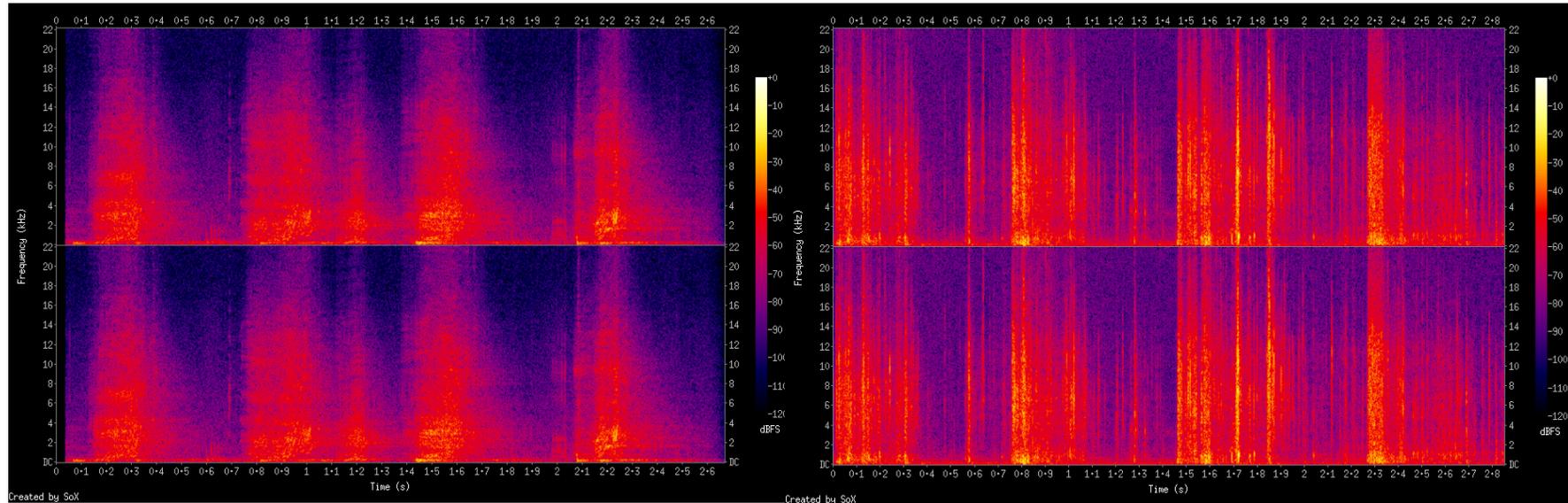


---

# Perception et cognition des sons du quotidien

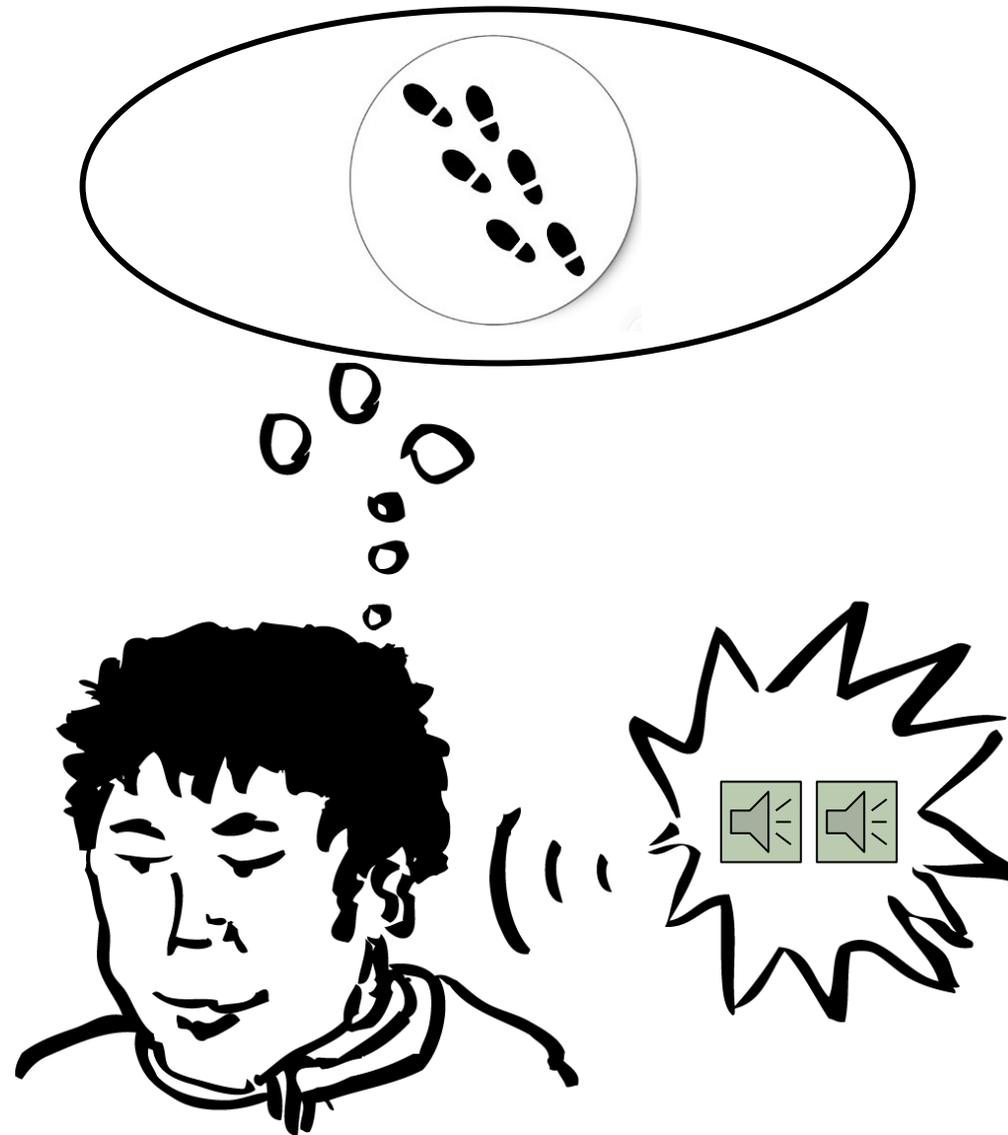


# Perception et cognition des sons du quotidien



---

# Perception et cognition des sons du quotidien



---

# Perception et cognition des sons du quotidien



---

# Perception et cognition des sons du quotidien



---

# L'écoute

L'habilité à interpréter l'information de notre environnement et à interagir avec celui-ci

[Truax, 2001]



---

## Différents types d'écoute

- Distinction entre une écoute musicale
  - Focalisation sur les qualités du signal acoustique
- et une écoute quotidienne
  - Focalisation sur l'événement physique qui produit le son

[Gaver 1993]

- Distinction entre deux types d'expérience, pas au niveau des sons
- Distinction dans les définitions du timbre



---

## Ecoute quotidienne

- Évènement sonore peut donner une information sur
  - L'objet qui a produit le son
  - L'action qui a produit le son

[Griffiths & Warren, 2004; McAdams, 1993; Michaels & Carello, 1981]
- Invariants structuraux vs transformationnels
  - Structuraux: spécifient le type d'objet et ses propriétés [Kim, Effken, & Shaw, 1995; Pittenger & Shaw, 1975]
  - Transformationnels: changements au niveau de l'objet

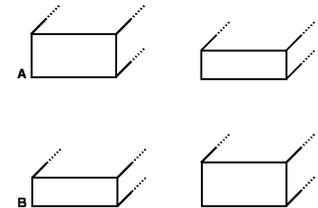
[Warren & Verbrugge, 1984]



---

# Perception des événements sonores

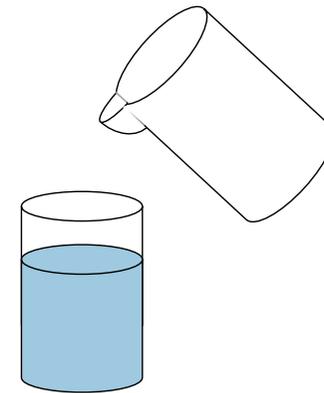
- Invariants structurels:
  - Longueur d'une tige en bois [Carello et coll. 1998]
  - Epaisseur d'une barre [Lakatos et coll., 1997]
  - La forme d'une plaque [Kunkler-Peck et coll. 2000]
  - La forme d'une balle [Grassi, 2005]
  - Le matériau [Kunkler-Peck et coll. 2000]
    - Grandes classes de matériau
    - Métal / verre vs bois / plexiglas [Giordano et coll, 2006]



---

# Perception des événements sonores

- Invariants transformationnels
  - Vitesse d'une balle [Houben et coll. 2004]
  - Discrimination entre un objet qui rebondit et un objet qui se casse [Warren et coll. 1984]
  - Habilité à remplir un verre [Cabe et Pittenger, 2000]



---

## Perception des événements sonores

- Meilleur pour la perception des actions que pour la perception des propriétés des objets
  - Lemaitre et Heller [2012]



---

## Perception des événements sonores

- Perception stéréotypée:
  - Claquement de mains
  - Configuration -> OK
  - Association systématique entre un type de son et le genre [Repp, 1987]
  - Même chose pour la marche [Li et coll. 1991]

Voir [Lutfi 2008 pour une revue]



---

## Perception des événements sonores

- La perception des propriétés n'est pas toujours optimale
  - Pourquoi ?
  - Est-ce que l'information acoustique est disponible ?
  - Comment cette information est utilisée ?

[Lutfi , 2001, Lutfi et coll. 1997]



---

## Perception et cognition des ES

### Reconnaissance d'un événement sonore:

- Pas uniquement sur les propriétés acoustiques
  - Contexte d'écoute
  - Connaissances de l'auditeur
  - Processus ascendants / descendants
    - Voir modèle de Griffiths et Warren [2004] et celui de McAdams [1993]

[Howard & Ballas, 1980; Ballas, 1993; Ballas & Howard, 1987; Ballas & Mullins, 1991]



---

## Catégorisation des sons du quotidien

- Processus cognitif qui unifie différentes entités et leurs donne un statut équivalent
- “Categories are defined as equivalence classes of different (i.e., discriminable) entities and categorization is the ability to form such categories and treat discriminable entities as members of an equivalence class” Sloutsky, 2003



---

## Similarité et catégorisation

### Les auditeurs peuvent utiliser différents types de similarité pour classer des sons

[Vanderveer, 1979] [ Guyot et coll., 1997 ] [ Gérard, 2004 ] [ Marcell et al., 2005 ]

- Similarités acoustiques (timbre, pattern temporel, rythmique, etc)
- Similarités causales (objet, action, etc)
- Similarités sémantiques (contexte, usage, etc)



---

# Catégorisation des sons du quotidien

- Hypothèses:
  - Le type de similarité utilisée dans un processus de catégorisation lié
    - Expertise de l'auditeur
    - A la capacité à identifier le son

Expériences de Lemaitre et coll. [2010]

- Exp1: Mesure du degré d'identification d'un son
- Exp2: Classification et choix du type de similarité



---

## Catégorisation des sons du quotidien

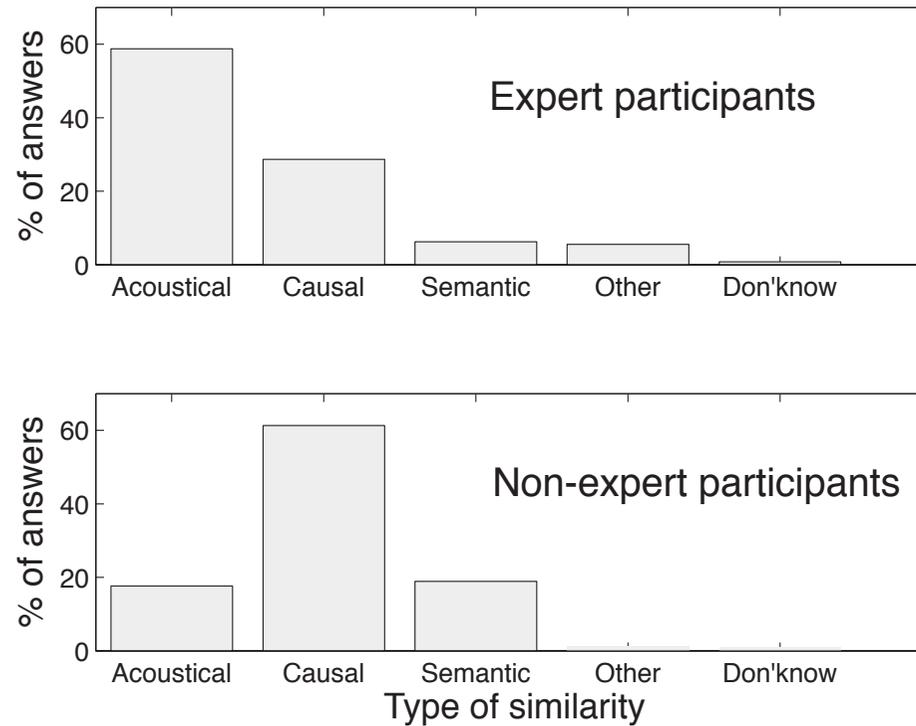
- Expérience 1:
  - Identification des sons basée sur l'incertitude causale [Ballas, 1993]
  - Bcp de causes possibles: difficilement identifiable
    - Hcu (son 74) : 4.5 ■ , Hcu (son 72): 2.9 ■
  - Peu de causes possibles: facilement identifiable
    - Hcu (son 91): 0 ■ , Hcu (son 57): 1.5 ■



---

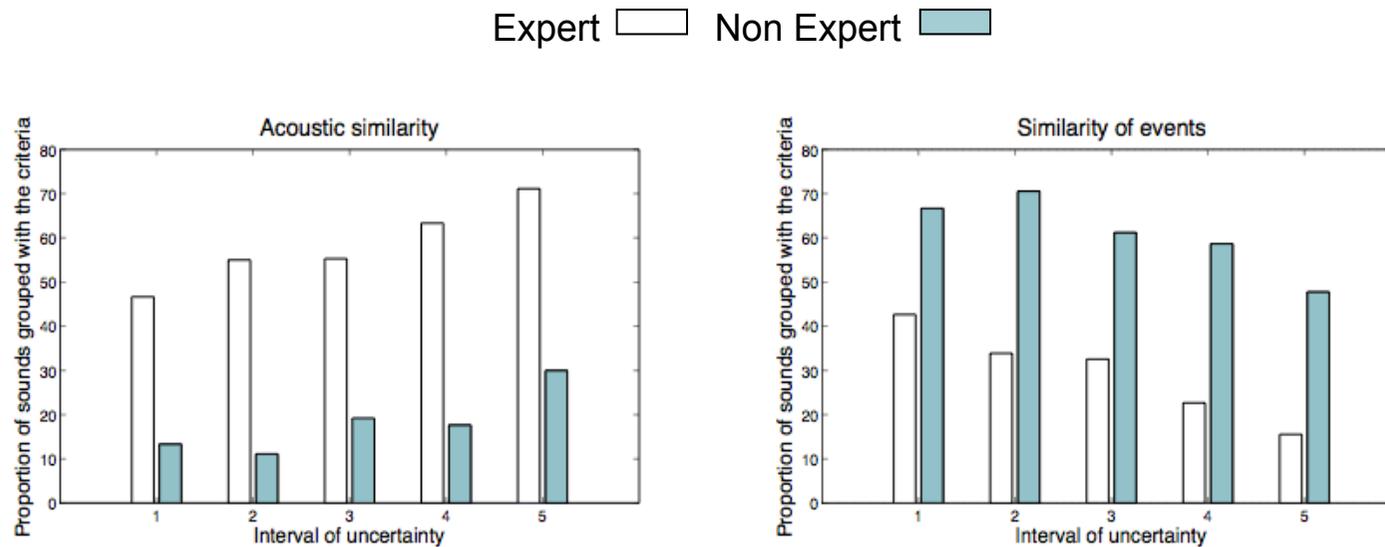
# Catégorisation des sons du quotidien

- **Expérience 2:**



# Catégorisation des sons du quotidien

- Synthèse des expériences 1 et 2



Similarité et identification:

- Sons bien identifiés -> similarité « causale »
- Sons mal identifiés -> similarité « acoustique »

Similarité et expertise:

- Experts -> similarité « acoustique »



---

# Catégorisation des sons du quotidien

## Expériences de classifications

- **Catégories formées:**
  - Sources sonores : vivants / non vivants, objets / actions
    - [Guyot et al., 1997; Gygi et al., 2007; Marcell et al., 2000; Vanderveer, 1979), Giordano et coll. 2010 ]
  - Contextes, activités ou lieux d'écoute
    - [Gygi et al., 2007; Marcell et al., 2000]
  - Fonctions ou concepts associés aux sons
    - [Guyot et al., 1997; Gygi et al., 2007; Marcell et al., 2000];
  - Réponses émotionnelles ou jugements
    - [Gygi et al., 2007]
- **Cross classifications** [Ross et Murphy, 1999]



---

## Catégorisation des sons du quotidien

- Expériences de classification
  - [Houix et coll. 2012]
- Tester la taxinomie de Gaver [1993]
- Classification de sons que l'on peut écouter dans le contexte d'une cuisine
- Classification d'interactions produites par des solides



---

## Catégorisation des sons du quotidien

- Classifications libres
- Verbalisations des classes formées
- Analyses statistiques des classes
- Analyses lexicales des verbalisations
  - Portraits de chaque classe



---

# Catégorisation des sons du quotidien

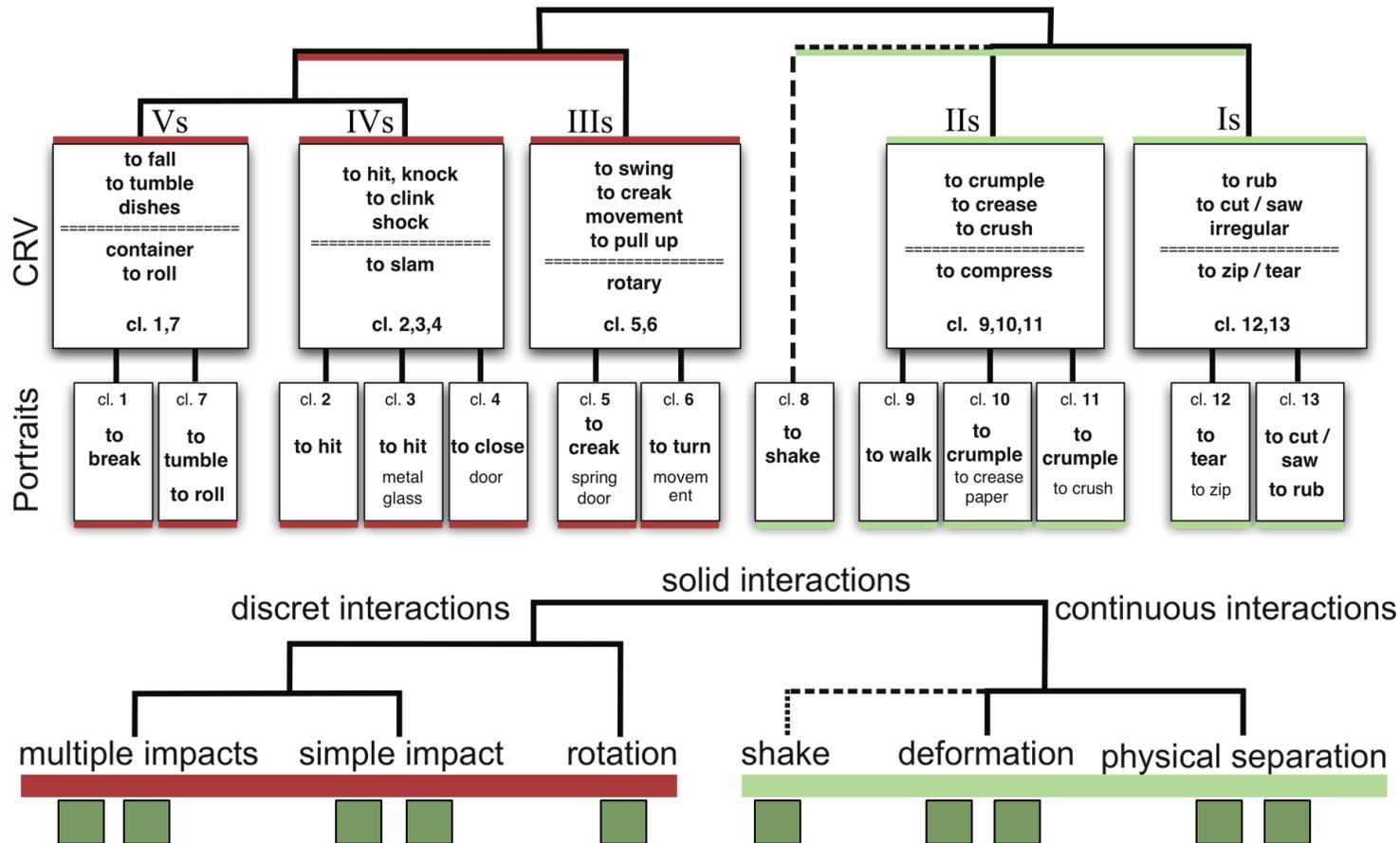
## Résultats

- Expérience 1: 4 grandes catégories
  - Liquides, solides, gaz, appareils
- Expérience 2 2 principales actions
  - actions discrètes vs actions entretenues



# Catégorisation des sons du quotidien

- 2 principales actions: actions discrètes vs actions entretenues



---

## Vers le design sonore

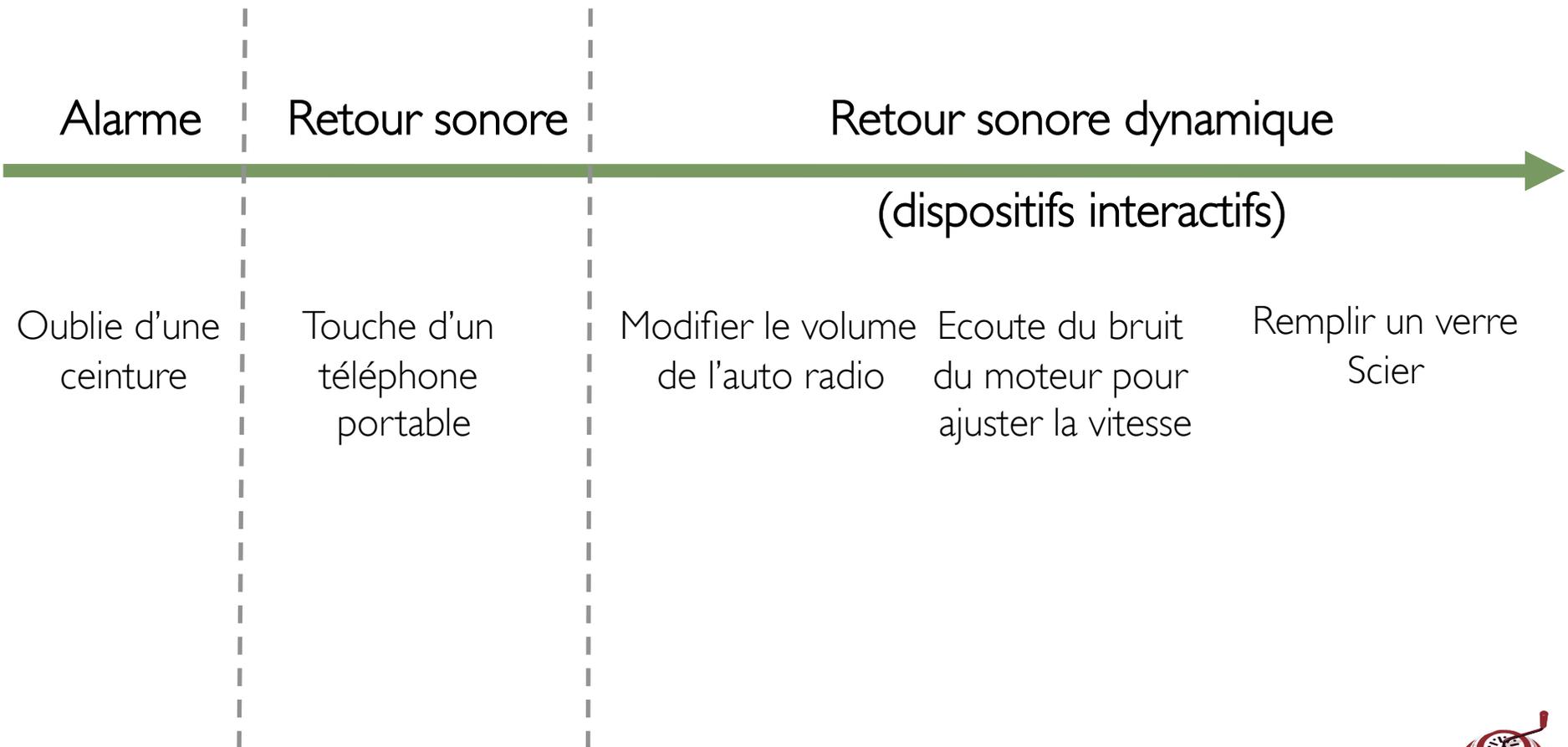
- Perception et cognition des sons du quotidien
- Design sonore
- Relations ?



---

# Fonction

- Fonction du son



---

# Design Sonore

- Etude de l'utilisation du son:
  - comme un medium pour transmettre de l'information, du sens;
  - et / ou pour changer l'expérience avec des objets ou systèmes interactifs.

Franinovic, Hug et Vissell [2007]



---

# Le design sonore

- Deux types de son
  - Non intentionnel :L'objet produit le son, intrinsèque
    - Généralement : qualité sonore : but réduction du bruit
    - Maintenant fonction / esthétique
  - Intentionnel :L'objet ne produit pas de son, ajout
    - Fonction, esthétique
- Quel type de son utilisé
  - Hypothèse: utilisation de nos connaissances sur les sons du quotidien



---

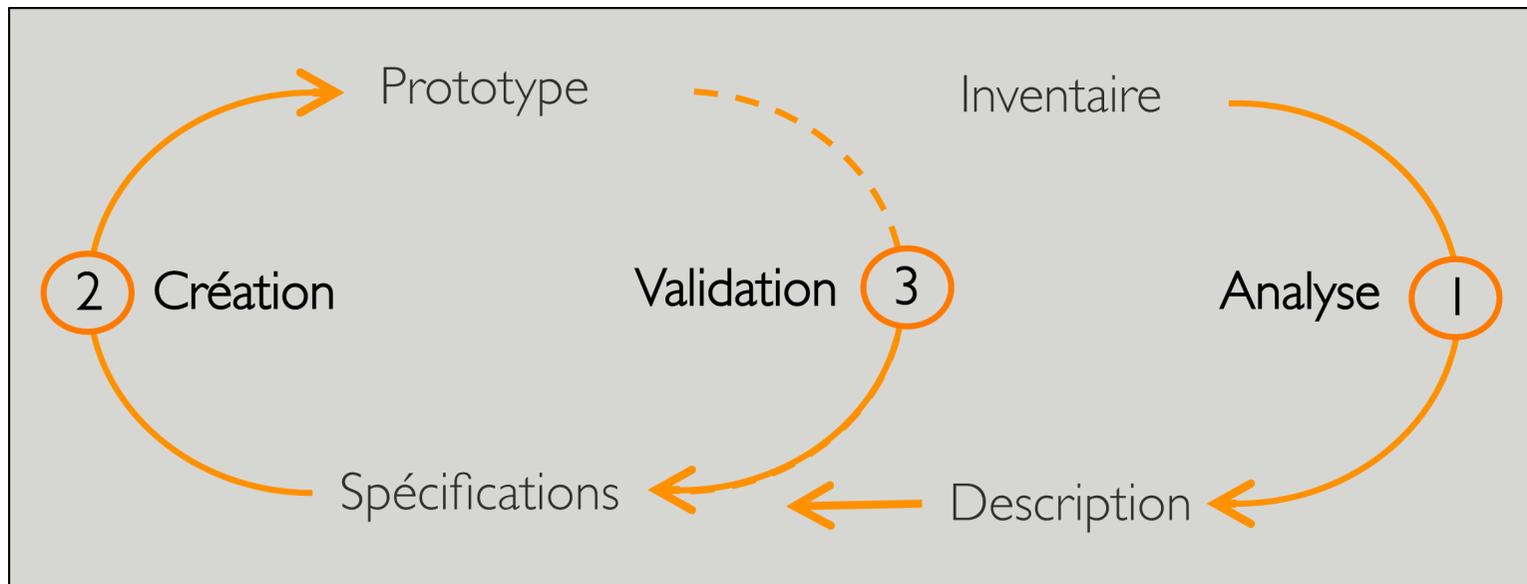
## Le design selon le Bauhaus

« Le design a d'innombrables concertations. Il est l'organisation en un **équilibre harmonieux** de matériaux, de procédés et de tous les éléments **tendant à une certaine fonction**. Le design n'est ni une apparence ni une façade extérieure »

Moholy Nagy 1947, Bauhaus



# Approche et définition du design sonore



---

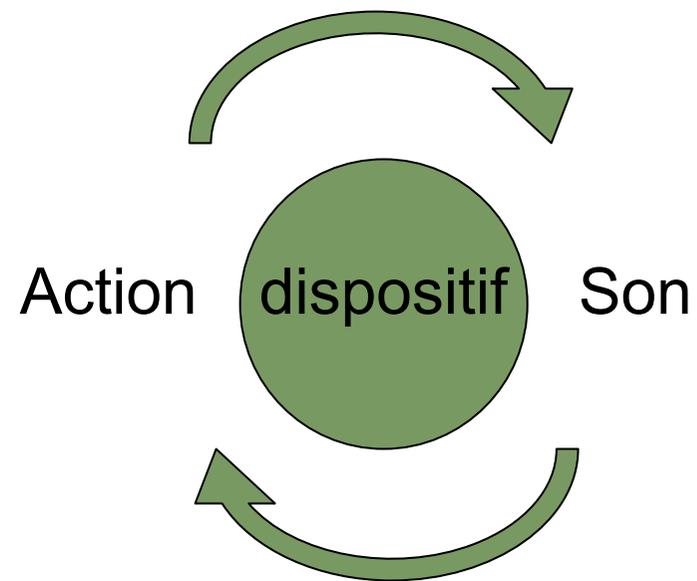
# Approche du design sonore

- Il s'agit de penser la composante sonore dès la phase de définition d'un objet afin de faire entendre une intention
- Intention sur la fonction
  - Le son transmet une information utile / nécessaire
  - Alarme
  - Retour sonore
  - Retour sonore dynamique
- Intention sur la forme
  - Le son participe à la qualité globale souhaitée d'un objet en termes d'esthétique et d'émotion



---

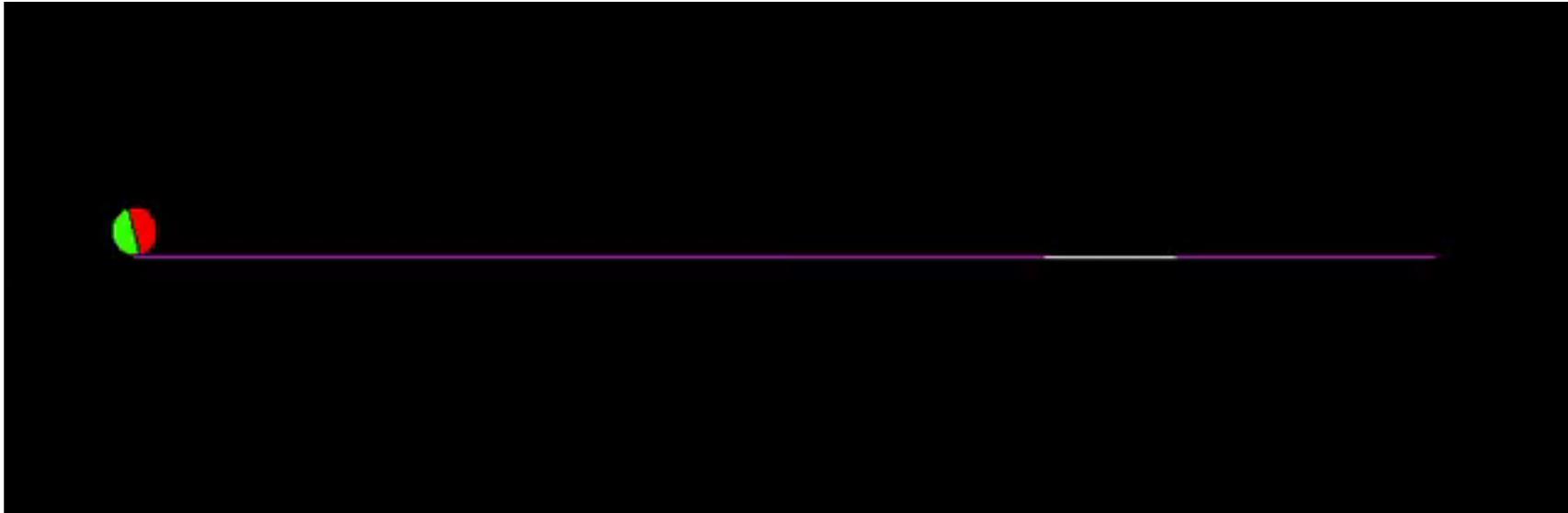
# Design sonore interactif



---

## Design sonore interactif

- Expériences Rath et Rochesso [2005]

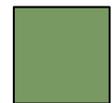
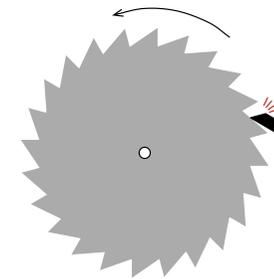
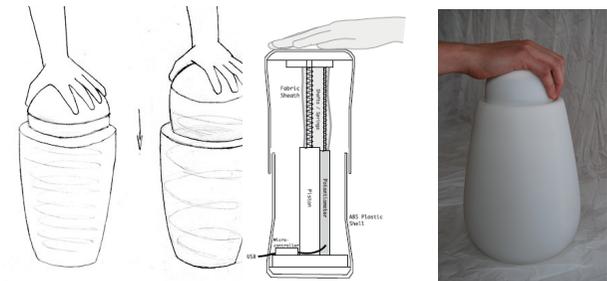


L'utilisateur déplace une bille virtuelle en essayant de la placer sur la zone blanche. Le déplacement est associé à un retour sonore continue.



# Design sonore interactif

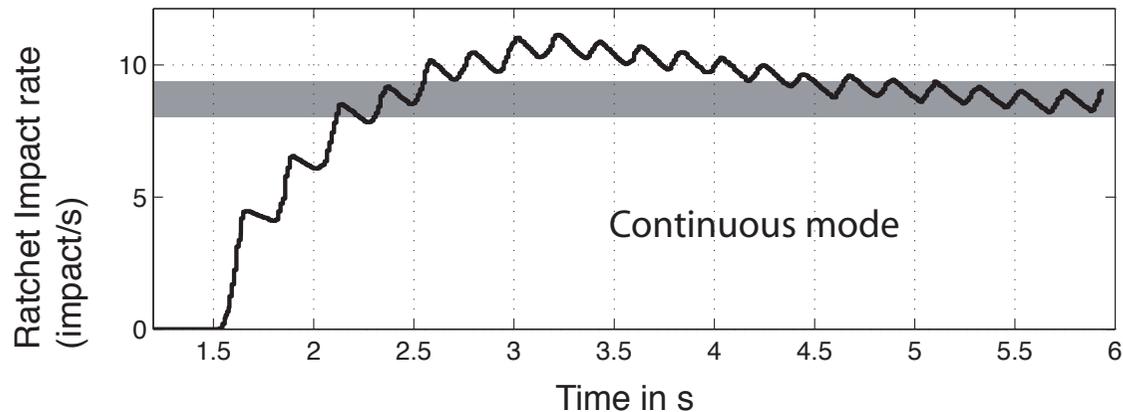
- Le Spinotron [Lemaitre et coll. 2009]
- H: le son améliore l'utilisation du dispositif
- Design du dispositif (ZHdK)
- Action élémentaire : pomper
- Design d'un « mapping » sonore
- Métaphore d'une toupie à crémaillère
- Utilisation d'une séquence de sons d'impact
  - (modèle physique SDT: <http://www.soundobject.org/SDT/> )



---

## Le spinotron

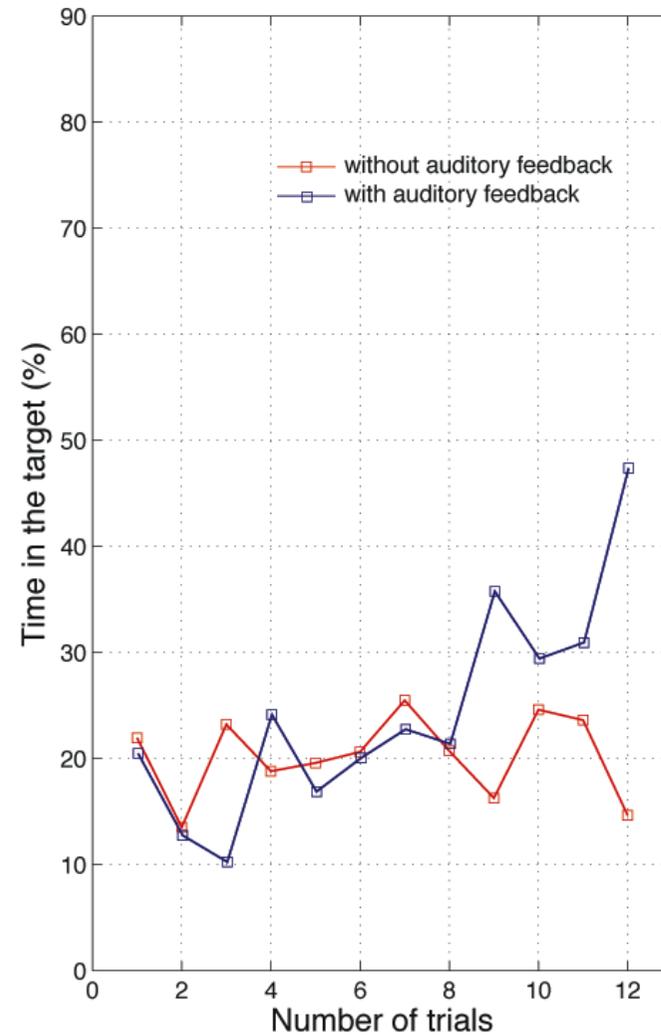
- Le but: se maintenir avec un certain niveau de pompage
  - Atteindre une cible et conserver la vitesse



# Le spinotron

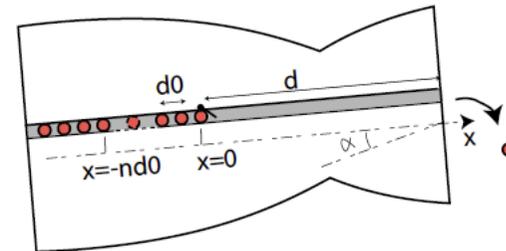
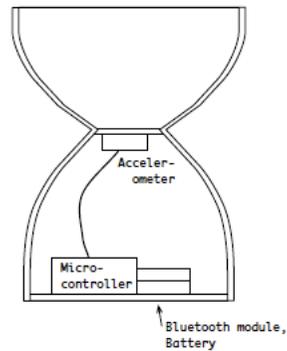
## Résultats

- Effet d'apprentissage



# Le flops

- Effet du son sur l'émotion



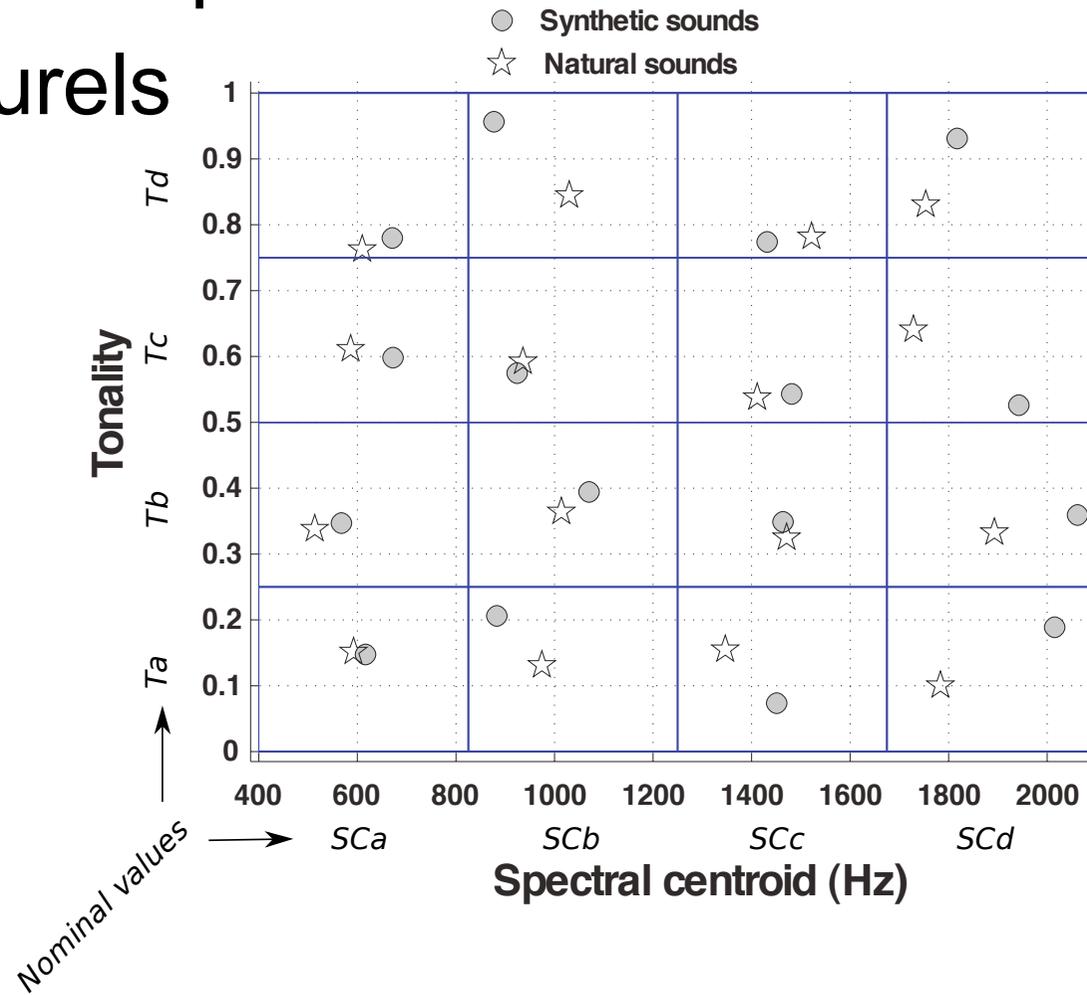
Design par ZhdK

[Lemaitre et coll. 2012]



# Le flops

- 16 sons synthétiques
- 16 sons naturels



---

# Flops



---

# Flops

## Résultats

- Le niveau de difficulté de la tâche domine les réponses
- Le CGS (-) influence la valence (+)
- Effet sensible sur la difficulté perçue de la tâche (scores de difficultés)
  - Plus la tâche est facile -> plus +
  - Plus la tâche est difficile -> plus -



---

## Perspectives

- A partir de notre expérience des sons du quotidien
  - Création de métaphores dans le cadre du design sonore interactif
  - H: facilité d'utilisation encore à tester -> impact émotionnel, esthétique
- ANR Legos = étudie la relation entre geste et son (<http://legos.ircam.fr/> )
  - Nouvelle interface musicale
  - Réhabilitation
  - Design sonore interactif



- 
- Merci !



---

# Références

- Ballas, J. A. (1993). Common Factors in the Identification of an Assortment of Brief Everyday Sounds. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(2), 250-267.
- Ballas, J. A., & Howard, J. H. (1987). Interpreting the language of environmental sounds. *Environment & Behavior*, 19(1), 91-114. doi: 10.1177/0013916587191005
- Ballas, J. A., & Mullins, R. T. (1991). Effects of context on the identification of everyday sounds. *Human Performance*, 4, 199-219. doi:10.1207/s15327043hup0403\_3
- Cabe, P. A., & Pittenger, J. B. (2000). Human sensitivity to acoustic information from vessel filling. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(1), 313-324. doi:10.1037/0096-1523.26.1.313
- Carello, C., Anderson, K. L., & Kunkler-Peck, A. J. (1998). Perception of the length by sound. *Psychological Science*, 9(3), 211-214. doi: 10.1111/1467-9280.00040
- Franinovic, K., Hug, D., & Visell, Y. (2007). Sound Embodied: Explorations of sonic interaction design for everyday objects in a workshop setting. In *Proc. of the Intl. Conf. on Auditory Display (ICAD)*.
- Gaver, W. W. (1993). What is the world do we hear? An ecological approach to auditory event perception. *Ecological Psychology*, 5, 1-29. doi: 10.1207/s15326969eco0501\_1
- Gérard, Y. (2004). *Mémoire sémantique et sons de l'environnement*. Université de Bourgogne.
- Giordano, B. L., & McAdams, S. (2006). Material identification of real impact sounds: Effects of size variation in steel, glass, wood, and plexiglass plates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(2), 1171-1881. doi:10.1121/1.2149839
- Giordano, B. L., McDonnell, J., & McAdams, S. (2010). Hearing living symbols and nonliving icons: Category specificities in the cognitive processing of environmental sounds. *Brain and Cognition*, 73(1), 7 - 19. doi:10.1016/j.bandc.2010.01.005
- Grassi, M. (2005). Do we hear size or sound? Balls dropped on plates. *Perception and Psychophysics*, 67(2), 274–284.
- Griffiths, T. D., & Warren, J. D. (2004). What is an auditory object? *Nat Rev Neurosci*, 5, 887–92. doi:10.1038/nrn1538
- Guyot, F., Castellengo, M., & Fabre, B. (1997). Étude de la catégorisation d'un corpus de bruits domestiques. In *Catégorisation et Cognition: De la Perception au Discours* (p. 41-58). Paris, France: Éditions Kimé.
- Gygi, B., Kidd, G. R., & Watson, C. S. (2007). Similarity and categorization of environmental sounds. *Perception & Psychophysics*, 69(6), 839–855.
- Gygi, B., & Shafiro, V. (2007). General functions and specific applications of environmental sound research. *Frontiers in Bioscience*, 12, 3152–3166. doi:10.2741/2303
- Gygi, B., Kidd, G. R., & Watson, C. S. (2007). Similarity and categorization of environmental sounds. *Perception & Psychophysics*, 69(6), 839–855.
- Houben, M. M., Kohlrausch, A., & Hermes, D. J. (2004). Perception of the size and speed of rolling balls by sound. *Speech communication*, 43(4), 331-345.
- Houx, O., Lemaitre, G., Misdariis, N., Susini, P., & Urdapilleta, I. (2012). A Lexical Analysis of Environmental Sound Categories. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18(1), 52-80.



---

# Références

- Howard, J. J., & Ballas, J. A. (1980). Syntactic and semantic factors in the classification of nonspeech transient patterns. *Percept Psychophys*, 28(5).
- Kim, N. G., Effken, J. A., & Shaw, R. E. (1995). Perceiving persistence under change and over structure. *Ecological Psychology*, 7(3), 217–256. doi: 10.1207/s15326969eco0703\_3
- Kunkler-Peck, A. J., & Turvey, M. T. (2000). Hearing shapes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 26, 279-294. doi:10.1037/0096-1523.26.1.279
- Lakatos, S., McAdams, S., & Caussé, R. (1997). The Representation of Auditory Source Characteristics: Simple Geometric Form. *Perception and Psychophysics*, 59(8), 1180–1190.
- Lemaitre, G., & Heller, L. M. (2012). Auditory perception of material is fragile while action is strikingly robust. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(2), 1337-1348. doi:10.1121/1.3675946
- Lemaitre, G., Houix, O., Misdariis, N., & Susini, P. (2010). Listener expertise and sound identification influence the categorization of environmental sounds. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 16(1), 16-32. doi:10.1037/a0018762
- Lemaitre, G., Houix, O., Susini, P., Visell, Y., & Franinovic, K. (2012). Feelings Elicited by Auditory Feedback from a Computationally Augmented Artifact: The Flops. *IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING*, 3(3), 335-348.
- Lemaitre, G., Houix, O., Visell, Y., Franinovic, K., Misdariis, N., & Susini, P. (2009). Toward the design and evaluation of continuous sound in tangible interfaces: the Spinotron. *International Journal of Human-Computer Studies*, 27, 976-993.
- Li, X., Logan, R. J., & Pastore, R. E. (1991). Perception of acoustic source characteristics: Walking sounds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 90(6), 3036-3049. doi:10.1121/1.401778
- Lutfi, R. A. (2008). Human Sound Source Identification. In W. A. Yost, A. N. Popper, & R. R. Fay (Éd.), *Auditory perception of sound sources* (p. 13-42). NY, USA: Springer.
- Lutfi, R. A. (2001). Auditory detection of hollowness. *J. Acoust. Soc. Am.*, 110(2), 1010-1019. doi:10.1121/1.1385903
- Lutfi, R. A., & Oh, E. (1997). Auditory discrimination of material changes in a struck-clamped bar. *J. Acoust. Soc. Am.*, 102(6), 3647-3656. doi: 10.1121/1.420151
- Marcell, M. M., Borella, D., Greene, M., Kerr, E., & Rogers, S. (2000). Confrontation Naming of Environmental Sounds. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22(6), 830-864. doi:10.1076/jcen.22.6.830.949
- McAdams, S. (1993). Recognition of sound sources and events. In S. McAdams & E. Bigand (Éd.), *Thinking in sound: the cognitive psychology of human audition* (p. 146-198). New York: Oxford University Press.
- Michaels, C. F., & Carello, C. (1981). *Direct Perception*. New York: Prentice-Hall.



---

# Références

- Pittenger, J., & Shaw, R. (1975). Aging faces as viscal-elastic events: Implications for a theory of nonrigid shape perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1(4), 374-382. doi:10.1037/0096-1523.1.4.374
- Rath, M., & Rocchesso, D. (2005). Continuous sonic feedback from a rolling ball. *IEEE Multimedia*, 12(2), 60-69.
- Repp, B. H. (1987). The sound of two hands clapping: An exploratory study. *J. Acoust. Soc. Am.*, 81(4), 1100-1109. doi:10.1121/1.394630
- Ross, B. H., & Murphy, G. L. (1999). Food for thought: Cross-classification and category organization in a complex real-world domain. *Cognitive Psychology*, 38(4), 495-553. doi:10.1006/cogp.1998.0712
- Sloutsky, V. M. (2003). The role of similarity in the development of categorization. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6), 246-251. doi:10.1016/S1364-6613(03)00109-8
- Truax, B. (2001). *Acoustic communication*. Ablex Pub.
- Vanderveer, N. J. (1979). *Ecological acoustics: Human perception of environmental sounds*. Cornell University.
- Warren, W. H., & Verbrugge, R. R. (1984). Auditory perception of breaking and bouncing events: A case study in ecological acoustics. *J. Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(5), 704-712. doi:10.1037/0096-1523.10.5.704

