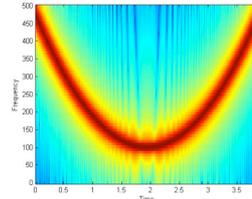


### Problématique

L'audibilité d'un son dépend de la présence d'autres sources, selon les composantes spectrales des sons et l'intervalle temporel les séparant. Une meilleure connaissance de ce phénomène représente un grand enjeu tant du point de vue fondamental qu'appliqué. L'élimination dans les codeurs audio des composantes inaudibles est un pré-requis à un taux de compression optimal. De même, les méthodes d'analyse-synthèse de sons nécessitent de repérer quelles composantes interviennent dans la caractérisation du timbre. Des modèles psychoacoustiques de masquage sont donc utilisés dans ces domaines, mais ces modèles actuels sont incomplets car ils se limitent aux aspects fréquentiels du masquage. Le but de ce projet est de construire un modèle associant les aspects temporels et fréquentiels du masquage afin de construire un algorithme de traitement du signal éliminant l'information inutile.



Représentation temps-fréquence (spectrogramme) d'un chirp quadratique

D'un point de vue perceptif, environ 80% des composantes de cette représentation peuvent être enlevés sans modifier la qualité perceptive du son.

↳ Importance de la position des composantes dans le plan temps-fréquence.

☛ Déterminer les composantes inutiles en se basant sur les résultats de la psychoacoustique

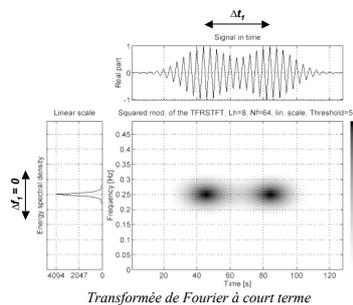
### Organisation du projet

Le projet s'articulera autour de trois axes intimement liés :

#### 1. Mesures psychoacoustiques

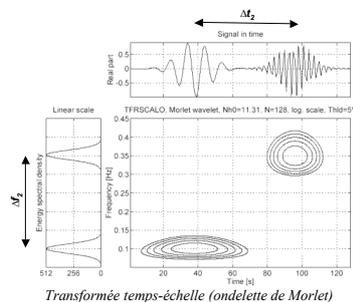
Le protocole expérimental va consister à mesurer la détection d'atomes temps-fréquence espacés en temps ( $\Delta t$ ) et en fréquence ( $\Delta f$ ). La cible et le masque seront donc des sinusoides pures modulées par des enveloppes gaussiennes, ceci afin d'être aussi précis en temps qu'en fréquence (principe d'incertitude d'Heisenberg). Les seuils masqués seront mesurés à l'aide d'une méthode adaptative à choix forcé à 2 intervalles. Les durées et fréquences des signaux ainsi que les écarts temporels et fréquentiels à étudier sont en cours de formalisation.

#### 2 exemples de représentation temps-fréquence et temps-échelle des stimuli utilisés dans les mesures de seuils masqués.



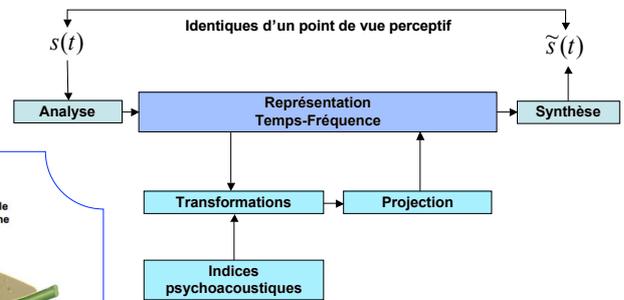
Transformée de Fourier à court terme

#### SIGNAL + MASQUE dans le demi-plan temps-fréquence



Transformée temps-échelle (ondelette de Morlet)

#### 2. Construction d'un modèle algorithmique



Idée :

- Décomposer le signal  $s(t)$  en atomes élémentaires temps-fréquence

$$s(t) = \frac{1}{C_g} \int_a \int_b \frac{1}{\sqrt{a}} S(b, a) g\left(\frac{t-b}{a}\right) \frac{dadb}{a^2}$$

Normalization T-S atom

- Modéliser les interactions entre ces différents atomes d'un point de vue psychoacoustique
- Eliminer les atomes inutiles par filtrage non linéaire (voir référence « Gabor multipliers »)
- Inverser la transformée et resynthétiser le signal  $\rightarrow \hat{s}(t)$

#### 3. Validation du modèle de masquage

Tout au long de la procédure de conception, le modèle de masquage et l'algorithme de traitement seront validés à l'aide de tests perceptifs avec des sons complexes (*musique, langage, ...*).

#### Principales applications

- Pour l'analyse :
  - ☞ Faciliter l'interprétation en obtenant la meilleure représentation possible des sons, la plus proche de ce que l'on perçoit.
- Pour la synthèse :
  - ☞ Traiter uniquement l'information utile d'un point de vue perceptif
  - ☞ Réduire le temps de traitement
  - ☞ Modélisation de timbre (*réalité virtuelle*)
- Compression de données (*e.g. mp3*)

### Références

B. C. J. Moore, *An Introduction to the Psychology of Hearing*. Academic Press, 2003  
 E. Zwicker and H. Fastl, *Psychoacoustics: Facts and Models*. Springer-Verlag, 1991  
 N. H. van Schijndel, T. Houtgast and J. M. Festen 1997, *Intensity discrimination of Gaussian-windowed tones: Indications for the shape of the auditory frequency-time window*. J. Acoust. Soc. Am. 105, 3425-3435  
 P. Balazs, *Regular and irregular Gabor multipliers with application to psychoacoustics masking*. PhD Thesis, University of Vienna, June 2005.