

Institut Français des Sciences et Technologies  
des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

Département Aménagement, Mobilité, Environnement

Laboratoire d'Acoustique Environnementale

Lundi 16 octobre 2017

# Identification automatique du bruit de trafic routier au sein d'un environnement sonore urbain

## Séminaire IRSTV

Étudiant : Jean-Rémy Gloaguen

Directeur : Jean-François Petiot (LS2N)

Encadrants : Arnaud Can (IFSTTAR), Mathieu Lagrange (LAE)



# Présentation du sujet

- **Cartographie du bruit de trafic routier en ville**
- **Directive Européenne 2002/49/CE**



Carte de bruit  $L_{den}$  de l'île de Nantes

- **Approche actuelle**
  - carte de bruit provenant d'un recensement des sources et de la simulation de leurs propagations
- **Complément par des mesures**
  - corrections et ajustements des niveaux calculés
  - cartes dynamiques
  - Projet CENSE

# Présentation du sujet

- **Problème**

- les mesures sont soumises à TOUTES les sources sonores présentes
  - Trafic, voix, aboiement, sirène ...
- ⇒ mauvaise estimation du niveau sonore

**Comment déterminer le niveau sonore du trafic correctement ?**

- **Proposition**

- Isoler le trafic routier des autres sources sonores afin de déterminer son niveau sonore

# Sommaire

- **Présentation du sujet**
- **La méthode NMF**
- **Création de corpus de scènes sonores**
- **Étude paramétrique**
- **Observations et perspectives**

# Sommaire

- Présentation du sujet
- **La méthode NMF**
- Création de corpus de scènes sonores
- Étude paramétrique
- Observations et perspectives

# La méthode NMF

## Présentation

- **Plusieurs méthodes de séparation de sources**
  - Computational Acoustics Scene Analysis, Independent Component Analysis
- **Méthode retenue Non-negative Matrix Factorization (NMF)**
- **Intérêts**
  - Prend en compte le recouvrement des sources sonores
  - Adapter aux signaux monauraux
- **Verrou scientifique**
  - Pas encore appliquée à des mixtures sonores urbaines

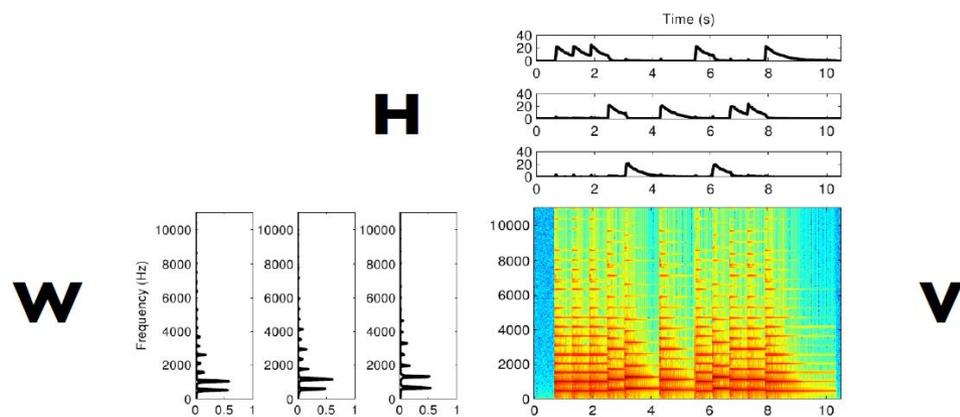
# La méthode NMF

## Présentation

- Méthode d'approximation linéaire

- $V \approx WH$

- Spectrogramme  $V \in \mathbb{R}_{F \times N}^+$
- Dictionnaire  $W \in \mathbb{R}_{F \times K}^+$
- Activateurs  $H \in \mathbb{R}_{K \times N}^+$
- $[FK + KN] < FN$



extrait de *Au clair de la Lune*, N. Bertin

- Calcul de similarité  $D_\beta(V||WH)$  à l'aide de la  $\beta$ -divergence

- Distance euclidienne ( $\beta = 2$ ), divergence de Kullback-Leibler ( $\beta = 1$ ), divergence d'Itakura-Saito ( $\beta = 0$ )

# La méthode NMF

## NMF supervisée

- **Dictionnaire  $W$  fixé, composé de spectres de bruit de trafic**
  - passage de voitures, moto, scooter...
- **Minimisation itérative de la  $\beta$ -divergence par mises à jour successives de  $H$**
- **Algorithme pour  $H$**

$$H^{i+1} = H^i \left( \frac{W^T [(WH^i)^{\beta-2} \cdot V]}{W^T [WH^i]^{\beta-1}} \right)^{\gamma(\beta)}$$

$\gamma(\beta) = 1$  pour  $\beta \in [1, 2]$ ,

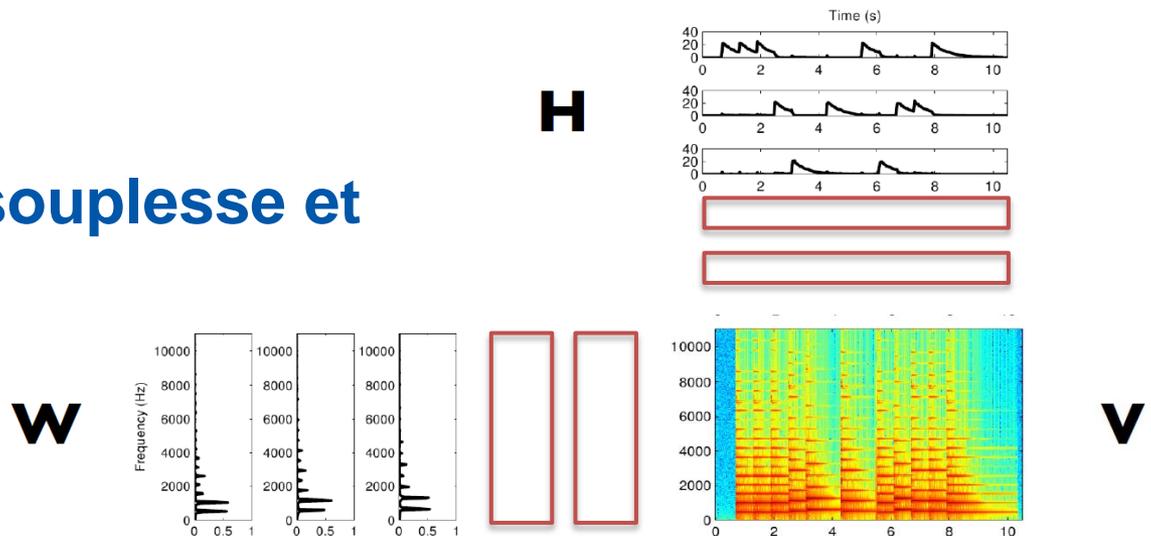
$\gamma(\beta) = 1/2$  pour  $\beta = 0$ ,

# La méthode NMF

## NMF semi-supervisée

- **H à déterminer**
- **W décomposé en deux parties**
  - Partie fixe  $W_1$  composée de spectres relatifs au trafic
  - Partie mobile  $W_2$  pour mettre d'autres sources sonores

- **Ajouter plus de souplesse et d'adaptabilité**



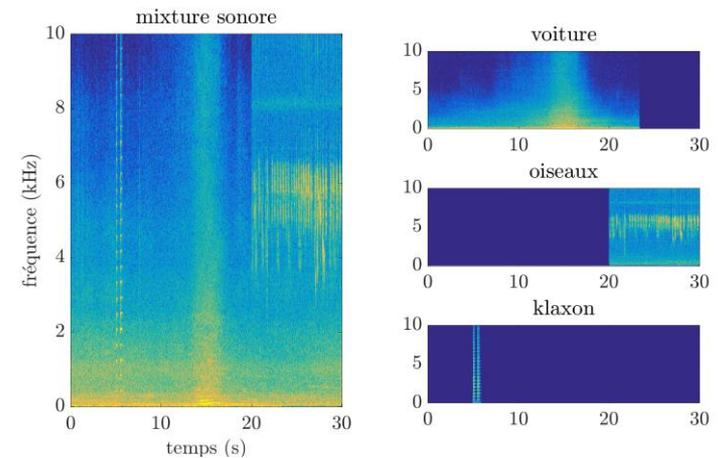
# Sommaire

- Présentation du sujet
- La méthode NMF
- **Création de corpus de scènes sonores**
- Étude paramétrique
- Observations et perspectives

# Création de scènes sonores urbaines

## Logiciel de simulation *simScene*<sup>1</sup>

- **Création de mixtures sonores à partir d'une base de données de sons isolés**
- **Contrôle des paramètres d'entrées**
  - Classe de sons présents dans la scène
  - Nombre d'occurrence
  - Ecart type pour chaque paramètre
- **fichier audio pour chaque classe de son**



⇒ **connaissance la contribution trafic et de son niveau sonore  $L_{p,traffic}$**

<sup>1</sup>M. Rossignol, G. Lafay, M. Lagrange, and N. Misdariis. SimScene: a web-based acoustic scenes simulator. In 1st Web Audio Conference (WAC), 2015.

# Création de scènes sonores urbain

## Base de données de sons

- **Sons récupérés en ligne (freesound.org, universalsoundbank.com)**
- **Base de données *UrbanSound8k*<sup>1</sup>**
- **Évènements sonores**
  - Cloche, oiseaux, balais, klaxon, bruit de chantier, toussotement, chien, sonnerie de porte, porte de maison et de voiture, avion, sirène, bruit de pas, orage, valise, train, tram, camion, voix
- **Bruits de fond**
  - Oiseaux, bruit de chantier, foule, parc, pluie, cours d'école, ventilation, vent dans les arbres, trafic routier continu

<sup>1</sup>J. Salamon & al. A dataset and taxonomy for urban sound research. Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia, Nov., 2014

# Création de scènes sonores urbain

## Base de données de sons

- **Enregistrement de passages de voitures sur la piste d'essais de l'Ifsttar-Nantes (juillet 2016)**
  - 4 voitures (Renault Clio, Sënic, Mëgane, Dacia Sandero)
  - Passages vitesses constantes, en accéléré, en freinage pour différents rapport de vitesses et à l'arrêt
  - 104 enregistrements réalisés
- **Base de données complètes**
  - 248 fichiers audio d'évènements sonores (de 1 à 20 secondes)
  - 154 fichiers audio de bruit de fond ( $\approx$  1 min 30)



# Création de scènes sonores urbaines

- **Corpus de scènes sonores *Ambiance***
  - 6 sous-corpus de 125 audios de 30 secondes
  - Classe *trafic* + classe de son générique spécifique
    - Alerte
    - Animaux
    - Climat
    - Voix humaines
    - Transport
    - Mécanique
  - Calibrer les niveaux sonores du trafic par rapport aux autres sources sonores
    - => 750 audios au total

# Création de scènes sonores urbaines

- **Corpus de scènes simulant des enregistrements**

- Annotation de 74 enregistrements audio réalisés dans Paris (projet GRAFIC)<sup>1</sup>
- Création de scènes sonores à partir de ces annotations

⇒ **Validation du réalisme de scènes transcrites par un test perceptif**

- 50 auditeurs
- Perception similaire du réalisme entre les scènes transcrites et les enregistrements

<sup>1</sup>P. Aumond & al. Modeling soundscape pleasantness using perceptual assessments and acoustic measurements along paths in urban context. Acta Acustica united with Acustica, 103(11), 2016.

# Sommaire

- Présentation du sujet
- La méthode NMF
- Création de corpus de scènes sonores
- **Étude paramétrique**
- Observations et perspectives

# Protocole expérimental

- **Construction du dictionnaire  $W$** 
  - Taille du dictionnaire  $K$ , sources sonores présentes ...
- **Estimation du niveau sonore du trafic,  $\tilde{L}_{p,\text{trafic}}$** 
  - Méthode NMF ( $\beta$ , supervisée ou semi-supervisée ...)
  - Méthode référence : filtre passe-bas
- **Calcul de l'erreur entre le niveau exacte,  $L_{p,\text{trafic}}$  , et le niveau estimé,  $\tilde{L}_{p,\text{trafic}}$** 
  - $\text{MAE (dB)} = \frac{\sum_{i=1}^N |L_{p,\text{trafic}} - \tilde{L}_{p,\text{trafic}}|}{N}$

# Sommaire

- Présentation du sujet
- La méthode NMF
- Création de corpus de scènes sonores
- Étude paramétrique
- **Observations et perspectives**

# Observations

- **Test sur le corpus de scènes *Ambiance***
  - NMF offre de meilleures performances que le filtre passe-bas
  - Approche semi-supervisée meilleure que celle supervisée
    - Plus de souplesse et d'adaptabilité
- **Premiers calculs sur les scènes *transcrites***
  - Meilleure performance pour la NMF supervisée que pour le filtre passe-bas

# Perspectives

- **Ajouter une phase de classification de l'environnement sonore pour adapter la NMF**
- **Ajouter des contraintes sur la NMF**
  - *Smoothness*, parcimonie
- **Valorisation des résultats**
- **Changer de sources sonores ?**

# Merci pour votre attention

## Ifsttar

Département Aménagement, Mobilité, Environnement (AME)

Laboratoire d'Acoustique Environnementale (LAE)

Contact : [jean-remy.gloaguen@ifsttar.fr](mailto:jean-remy.gloaguen@ifsttar.fr)

## en ligne...

[www.lae.ifsttar.fr](http://www.lae.ifsttar.fr) : présentation du Laboratoire d'Acoustique Environnementale

[i-simpa.ifsttar.fr](http://i-simpa.ifsttar.fr) : I-Simpa, un logiciel open-source pour l'acoustique des salles

[noisemap.orbisgis.org](http://noisemap.orbisgis.org) : NoiseM@p, un logiciel open-source pour des études d'impact en milieu extérieur

[lms2002-2007.ifsttar.fr](http://lms2002-2007.ifsttar.fr) : LMTS, une base de données expérimentale pour l'étude de la propagation acoustique en milieu extérieur