1 connaitre l'environnement acoustique d'une zone urbaine : de la prédiction à la mesure

2 Mesurer le niveau sonore du traffic urbain

objectif, protocole, metrique, cahier des charges de la méthode de mesure

3 Corpus d'évaluation

4 Méthodes

rappel du cahier des charges

discussion sur les methodes alternatives

Nmf

5 Experiences

Plan manuscrit thèse

# Remerciement

# Résumé/Abstract

Table des matières

[Remerciement 1](#_Toc508346400)

[Résumé/Abstract 1](#_Toc508346401)

[Liste de Figures 3](#_Toc508346402)

[Liste des Tableaux 3](#_Toc508346403)

[Liste des abréviations 3](#_Toc508346404)

[Liste des notations 3](#_Toc508346405)

[Liste des publications 3](#_Toc508346406)

[Introduction 4](#_Toc508346407)

[A. De la cartographie à la mesures urbaines 5](#_Toc508346408)

[A.1 Cartes pour le trafic routier 5](#_Toc508346409)

[A.2 Limitations 6](#_Toc508346410)

[A.2.1 Données d’entrée 6](#_Toc508346411)

[A.2.2 Modèles physique 6](#_Toc508346412)

[A.2.3 Numérique 6](#_Toc508346413)

[A.2.4 Représentation 6](#_Toc508346414)

[A.3 Faire des mesures en villes 6](#_Toc508346415)

[A.3.1 Mesures fixes 6](#_Toc508346416)

[A.3.2 Mesures mobiles 7](#_Toc508346417)

[B. Méthodes de détection, de reconnaissance 8](#_Toc508346418)

[B.1.1 Principes de ces approches et des outils 8](#_Toc508346419)

[B.1.2 Un mot sur les réseaux de neurones 8](#_Toc508346420)

[B.2 Méthode de séparation de sources sonores 8](#_Toc508346421)

[B.2.1 CASA 8](#_Toc508346422)

[B.2.2 ICA 8](#_Toc508346423)

[B.2.3 NMF 8](#_Toc508346424)

[C. Méthode NMF 9](#_Toc508346425)

[C.1.1 Présentation de la méthode 9](#_Toc508346426)

[C.1.2 Divergence de Bregman et beta-divergences 9](#_Toc508346427)

[C.1.3 Algorithme de mise à jours 9](#_Toc508346428)

[C.2 Différentes approches de NMF 10](#_Toc508346429)

[C.2.1 NMF non-supervisée 10](#_Toc508346430)

[C.2.2 NMF supervisée 10](#_Toc508346431)

[C.2.3 NMF semi-supervisée 10](#_Toc508346432)

[C.2.4 NMF initialisée seuillée 10](#_Toc508346433)

[C.2.5 Autres approches non traitées mais qui ont le mérite d’exister 10](#_Toc508346434)

[C.3 Contraindre la méthode 10](#_Toc508346435)

[C.3.1 Parcimonie 10](#_Toc508346436)

[C.3.2 Smoothness 10](#_Toc508346437)

[C.3.3 Autres 10](#_Toc508346438)

[D. Création de corpus de sons urbains 12](#_Toc508346439)

[D.1 Outils de simulation existants 12](#_Toc508346440)

[D.1.1 Un mot sur les différents types de synthèses sonores 12](#_Toc508346441)

[D.1.2 Auralisation 12](#_Toc508346442)

[D.1.3 Synthèse additive (pas la bonne expression, à corrigier) 12](#_Toc508346443)

[D.2 Présentation de SimScene 12](#_Toc508346444)

[D.2.1 Construction d’une base de données de sons urbains 12](#_Toc508346445)

[D.2.2 Enregistrements des passages de voitures sur pistes d’essais 12](#_Toc508346446)

[*D.3* Création du corpus de scènes *ambiance* 13](#_Toc508346447)

[D.4 Création du corpus de scènes réalistes 13](#_Toc508346448)

[D.4.1 Etude des scènes GRAFIC 13](#_Toc508346449)

[D.4.2 Test perceptifs 13](#_Toc508346450)

[D.4.3 Présentation du corpus et du test 13](#_Toc508346451)

[D.4.4 Résultats 13](#_Toc508346452)

[E. Estimation du niveau sonore du trafic 14](#_Toc508346453)

[E.1 Corpus de scènes *ambiance* 14](#_Toc508346454)

[E.1.1 Protocol Expérimental 14](#_Toc508346455)

[E.1.2 Résultats 14](#_Toc508346456)

[E.2 Corpus de scènes réalistes 14](#_Toc508346457)

[E.2.1 Résultats 14](#_Toc508346458)

[E.2.2 Optimisation 14](#_Toc508346459)

[Conclusion 16](#_Toc508346460)

[Annexe 16](#_Toc508346461)

[Bibliographie 17](#_Toc508346462)

Liste de Figures

# Liste des Tableaux

# Liste des abréviations

# Liste des notations

# Liste des publications

# Introduction

50 % de la population en ville (en gros). Problème de fortes densités à gérer. Une des premières sources de désagrément : le bruit. Diverses origines mais la principale, qui est le plus subit, le trafic routier.

Cartes de bruit pour connaitre le bruit en ville, processus de simulation qui génère des incertitudes et donc une mauvaise connaissance de la réalité terrains qui ne permet pas de mettre en place des plans d’actions adapté. Comment y remédier ?

Faire des mesures directement en villes soit en mesures mobiles, en fixes, par des réseaux de capteurs ou en capteurs monophoniques. Pour venir estimer le trafic des enregistrements, nécessite de faire la part des choses parmi des enregistrements audio pour estimer correctement le niveau sonore du trafic. Quelles méthodes employer ?

Méthode de détection ou d’identification qui permettent de connaitre la présence de trafic. Et dans le cas du recouvrement ? Méthodes qui peuvent quand même être utilisée, mais c’est plus complexe.

Utiliser la séparation de sources sonore. Méthode qui existe, utilisé en musique ou pour la parole. Application pour des sons dit environnementaux. Au vue de l’application, la NMF semble bien car recouvrement pris en compte naturellement dans la méthode et adapté aux réseaux monophoniques.

# De la cartographie à la mesures urbaines

Le bruit en ville, ces effets, sa perception, le coût pour la société tant financier que santé

Directive Européenne pour mieux connaitre sa répartition pour ainsi mieux agir

Carte de bruits pour les villes de + de 100 000 habitants

Outil de communication,

Calcul du Lden, Ln,

Estimation de la population touchée par le bruit,

Mise en place de plans d’actions pour le réduire,

Plusieurs cartes selon les sources sonores (route, ferroviaire, aérien, ICPE)

Mise à jours tous les 5 ans

## Cartes pour le trafic routier

Source principale de nuisance en ville, fort niveaux sonore

Origine du bruit du trafic : contact pneu/chaussé, aérodynamique et moteur. Le klaxon, signal d’alerte n’est pas pris en compte.

Pour faire la carte il faut savoir modéliser les sources de bruits et leur propagation

Informations topographiques (bâtiments)

Estimation du flux de véhicules sur des axes principaux, vitesse de déplacement

Modèle de sources sonores, modèle de propagation (CNOSSOS, NMPB)

Détailler un peu CNOSSOS

Logiciel utilisés (logiciel du commerce, système SIG)

Carte de bruit de trafic

Question : d’un processus de simulation, quelle est l’incertitude générée par ces modèles ?

## Limitations

### Données d’entrée

Incertitudes sur les données d’entrée (flux, vitesse, topographie de la ville)

### Modèles physique

Précision des modèles de sources et de propagation

Plusieurs modèles, uniformisation de la méthode avec CNOSSOS-EU

### Numérique

Incertitudes sur les processus d’optimisation numérique qui permettent de réduire le temps de calculs

Systèmes de maillage et d’interpolation

### Représentation

2 niveaux sonores fixes moyens pour représenter une situation qui varient dans la journée, la semaine et l’année.

D’autres incertitudes ensuite sur l’estimation de la population touchée et du bruit à leur façade

Pour remédier à cela : complexifier les modèles et la quantité de données : long et couteux en terme de temps. Pourquoi ne pas faire des mesures ? Prise direct dans la ville, mettre à jour plus facile des cartes. Rentre pleinement dans le cadre de la *smart cities*

## Faire des mesures en villes

Faire des mesures en villes pour différentes applications (surveillance, estimation bruit)

### Mesures fixes

Par des mesures professionnelles ponctuelles avec des appareils couteux dans un premier temps

Utiliser des réseaux de capteurs fixes, méthode cher mais qui permet de voir l’évolution à long terme. L’utilisation de capteurs à bas cout rend cela moins cher au dépend de la certitude des mesures.

Possibilité de mettre un réseau dense de capteurs (de l’antenne à l’échelle d’un quartier) jusqu’à disséminer dans toute la ville.

Observatoire du bruit

### Mesures mobiles

Faire de la mesure en mouvement afin de couvrir avec peu de capteurs un large espace soit avec du matériels professionnels soit avec des smartphones par exemple. Résultats qui sont plus parcimonieux dans le temps avec l’incertitude sur les capteurs des smartphones. Mesures à pied, en voiture

Assimiliation de données

Problèmes : quelle que soit la méthode choisie, réussir à déterminer le niveau trafic des mesures est nécessaire si on veut avoir une info pertinente. Nécessaire d’avoir un enregistrement audio, juste les mesures ce n’est pas possible. Mais pas simple car milieux très complexes composés de différentes sources sonores, nombreuses et qui varient dans le temps.

Quelles méthodes de traitement du signal existent-ils ?

# Méthodes de détection, de reconnaissance

Où l’on présente ce qui existe pour faire de la détection, de la reconnaissance ou de la séparation de sources en milieux urbains.

Phase d’apprentissage sur une base de données pour connaitre et optimiser les performances du système, puis phase de test sur une seconde base.

### Principes de ces approches et des outils

#### Paramètres d’extraction

Réaliser une représentation des enregistrements par différents paramètres d’extraction (MFCC, zero crossing rate, spectral centroid…)

#### Classifieurs

Classifier ces représentations (GMM, HMM, SVM) pour détecter ou reconnaitre une source sonore

### Un mot sur les réseaux de neurones

Pas grand-chose à dire pour l’instant, se documenter

## Méthode de séparation de sources sonores

### CASA

Computational Auditory Scene Analysis : modéliser les mécanismes de la perception du son par l’oreille (écoute binaurale) avec les effets de la géométrie de l’oreille, modélisation des cils.

### ICA

Décomposer les signaux en sommes indépendantes (effets cocktails), utile avec un réseau de capteurs dense (formation de voix/beamforming ?). Isoler des sources, les identifier (exemple des antennes pour détecter les bruits).

### NMF

Méthode qui décompose les signaux en composantes non négatives (là où l’ACI ne le fait pas nécessairement). Utile pour les signaux monophoniques et qui prend facilement le recouvrement des sources en compte. Méthode aussi basé sur la factorisation de matrice mais avec la contrainte de non-négativité et non celle d’indépendance des composantes.

Des différents types de mesures qu’on peut faire en ville, l’utilisation de la NMF parait judicieux pour des mesures monophoniques.

# Méthode NMF

Où l’on présente la NMF, son cadre théorique, les différents éléments liés à celle-ci (divergence, convergence, algorithmes de mises à jour, différentes méthodes et contraintes)

### Présentation de la méthode

Méthode d’approximation où on minimise la distance entre un spectrogramme en amplitude ou en puissance par le produit de deux matrices elles même négatives (assure la représentativité car même domaine positif)

Combinaison additive = représentation par partie

Minimisation d’une distance entre l’enregistrement d’origine et son approximation

### Divergence de Bregman et beta-divergences

Présentation des divergences de Bregman, de leur propriété mathématiques

A chaque divergence est associée une famille de dispersion exponentielle. Plusieurs relations entre des grandeurs duales. Une famille particulière relie la moyenne à la variance (distribution de Tweedie) dans laquelle on fait apparaitre une distance/divergence

* Les divergences de Bregman qui sont associé à la distribution de Tweedie appartiennent à une sous-classe qu’on appelle les beta-divergences.

Présentation des beta divergences (distance euclidienne, divergence de Kullbacl-leibler, Itakura Saïto)

Propriétés des divergences (non-négativité, convexité, séparabilité) et sensibilité.

Comment faire diminuer cette distance/divergence ?

### Algorithme de mise à jours

#### Algorithme par descente de gradient

Algorithme de descente de gradient avec le pas choisi judicieusement (voir Lee & Seung)

#### Algorithme par majorisation-minimisation

Décomposition des divergences en décomposant comme partie convexe, constante et concave

Preuve de la convergence avec fonction auxiliaire ? (j’ai un doute, à revoir)

#### Autres approches

Mots sur les autres algorithmes ALS, gradient …

## Différentes approches de NMF

### NMF non-supervisée

Aucune connaissance préalable

Deux étapes : apprentissage sur une base de données où on apprend plusieurs bases de W par échantillons qu’on vient ensuite regrouper. Puis de W appris on l’utilise sur une seconde base de test (là où on voudrait déterminer le trafic par exemple).

Assimilable aux méthodes de clustering type k-mean ?

### NMF supervisée

Seul H est mis à jours, W est appris à partir des sources connues à priori isolées. L’apprentissage est simplifié car chaque source est connue et disponible.

### NMF semi-supervisée

Ajout d’une partie mobile dans le dictionnaire pour permettre plus de souplesse dans le dictionnaire, intégrer des sources qui n’était pas prévu dans cette partie mobile

Algorithme de mises à jour pour Wr, Hr et Hs.

### NMF initialisée seuillée

Pour être à la foi souple mais aussi se focaliser sur le trafic, NMF seuillée initialisé.

Présentation du principe, du seuillage (dur et ferme ?, représentation linéaire et sigmoïde ?)

### Autres approches non traitées mais qui ont le mérite d’exister

#### PLCA

#### Convolutive NMF

#### NTF aussi

## Contraindre la méthode

### Parcimonie

### Smoothness

### Autres

Application de la NMF sur des scènes simulées plutôt que des enregistrements car des enregistrements le niveau sonore y est inconnu : comment savoir si la méthode est efficace ? En conséquence, utilisation de scènes simulées où la composante trafic est connue. Le choix est fait d’obtenir des scènes réalistes pour valider les résultats de la NMF.

# Création de corpus de sons urbains

## Outils de simulation existants

### Un mot sur les différents types de synthèses sonores

Faire des sons de A à Z par synthèse additive, granulaire

### Auralisation

Réussir des environnements complets en couplant la synthèse des sons avec des modèles de propagation selon un environnement défini (ex : un quartier), spatialisation pour immersion totale avec limite imposé par les modèles qui détériore le réalisme

### Synthèse additive (pas la bonne expression, à corrigier)

Outils existant qui consiste à créer des scènes monaurales à partir de base de sons existante qu’on modifie (tapestra) ou alors qu’on extrait à partir de fichiers audio

## Présentation de SimScene

Outils de simulation avec une base de données

Paramètres qu’on contrôle (classe de son , ebr …)

En sortie : un audio de la mixture global, des audio pour chaque classe de son présente, fichier image qui résume la scène et des fichiers mat où il y a toute les infos renseignés dans la scène

### Construction d’une base de données de sons urbains

44.1 kHz, monaural et avec un bon rapport signal à bruit.

Récolté en ligne (freesound.org, universalsoundbank)

De UrbanSound8k

Ajouter fontaine en background

### Enregistrements des passages de voitures sur pistes d’essais

Présentation des 4 voitures

Du programme de vitesses (constante, accéléré, décéléré) pour plusieurs rapports de vitesses

Filtrage médian pour nettoyer les audio des oiseaux

Résumer de la base de données sous forme de tableaux (event/background) avec le nombre d’échantillons de chaque classe de son.

## Création du corpus de scènes *ambiance*

Alerte, animaux, climat, mécanique, transport, humains

TIR = [-12-6 0 6 12]

Nombre de scènes 25 \* 6 \*5

Pas représentatif d’un environnement sonore urbain

## Création du corpus de scènes réalistes

### Etude des scènes GRAFIC

Annotations et ainsi estimation de plusieurs paramètres utile pour simScene (classes de sons par ambiance avec leur densité (nb évènement/min), niveau sonore de la scène finale également)

TIR moyen des scènes pour vérifier qu’on est cohérent

### Test perceptifs

### Présentation du corpus et du test

Présentation du test (corpus, pBIBD, test en ligne)

### Résultats

Résultats : boxplot, moyenne, t-test

Notes moyennes par scène entre réelles et simulées et par ambiance

Améliorer la voix et certain bruits métalliques

# Estimation du niveau sonore du trafic

## Corpus de scènes *ambiance*

### Protocol Expérimental

#### Construction du dictionnaire

#### Paramètre de la NMF

#### Métrique

MAE et nRMSE 1 seconde ?

Application sur des mesures à long terme (30 secondes, 1 minute donc plutôt MAE)

### Résultats

Résultats globaux tout TIR et ambiance confondu, puis par TIR puis séparé (bar)

Temps de calcul + allure des fonctions coûts

Premier résultats qui montrent que ça marche bien, dans le cas climat pas trop, mais à ce moment-là éviter la mesure quand il pleut ? Nécessité de contraindre semi-supervisée pour être moins libre dans Wr?

Corpus de sons plus réaliste pour mieux valider la NMF

## Corpus de scènes réalistes

Résumé des paramètres expérimentaux

Application des contraintes de smoothness sur *transcrites*

### Résultats

TI-NMF reste la meilleure !!

Amélioration de la semi-sup avec la contrainte de smoothness sur la partie fixe

Idée : reprendre les scènes grafic et ajouter de la pluie (voir l’impact de cette source sonore) ?

Calculer la MAE 1 minute à partir du Lp,1s ?

### Optimisation

A voir

Conclusion

Avènement de la smart cities, de la ville intelligente qui sera à même de s’adapter suivant le dynamisme de la ville.

Application diverse pour améliorer la qualité de vie des citadins : Question de l’extraction de l’info des mesures/enregistrement et de méthodes qui s’adapte à des environnements diverses et variés

Des applications pour l’acoustique existent dont la connaissance des environnement sonores urbain. Une première étape est de connaitre une des sources prépondérantes : le trafic routier. Par son estimation, on aider à mieux connaitre la répartition du bruit en ville pour aider les collectivités à mettre en œuvre des plans d’actions adapté.

Application d’une technique de séparation de sources , al NMF pour cela. Nécessaire en vue d’estimer le niveau sonore à partir de réseaux de capteurs.

Choix d’utiliser des scènes simulées urbaines pour déterminer le niveau sonore du trafic.

Nécessiter d’adapter différentes version NMF, les plus courantes ne sont pas nécessairement adapté car supervisée trop stricte et semi-supervisée trop libre => problème dans les méthodes d’apprentissage de la généralisation des méthodes : comment permettre à ces méthode de s’adapter suffisamment pour être valide mais sans trop s’éloigner des info d’origine connu ? L’environnement sonore urbain est un milieu varié avec des sources sonores diverses.

Proposition de la NMF seuillé initialisée qui consiste à mettre à jour un dictionnaire appris sur la source ciblé. Par une méthode de seuillage et classement, on conserve les éléments les plus similaires aux éléments trafic. On peut donc éviter de trop dévié quand le trafic est peu présent et être bien adapté au cas où le trafic est présent (ce qui arrive fréquemment en ville tout de même).

Autre sources

Filtre de propagation (impact de la propagation)

Adapter à l’endroit où on est

Annexe

Détails pour majoration-minimisation

Smoothness selon Essid et Févotte

Distribution de Tweedie et beta-divergences

Bibliographie

Faire un chapitre par corpus ? ou alors un chapitre corpus de sons (ambiance et grafic) et ensuite un chapitre résultat ambiance et un chapitre résultat grafic

Faire un petit chapitre sur les méthode de reconnaissance et un second sur la NMF OU faire un chapitre avec l’ensemble des méthodes ?