



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE

## IMN317 – Traitement de l’audio numérique

**Plan de cours - Automne 2016**

**Département d’informatique**

**Enseignant** : Marie-Flavie Auclair-Fortier

Courriel : [Marie-Flavie.Auclair-Fortier@USherbrooke.ca](mailto:Marie-Flavie.Auclair-Fortier@USherbrooke.ca)  
Local : D4-1010-6  
Téléphone : (819) 821-8000 poste 62855  
Site Moodle du cours : [www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/course/view.php?id=8749](http://www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/course/view.php?id=8749)  
Disponibilité : à déterminer en classe

**Professeurs responsables** : Marie-Flavie Auclair-Fortier

**Horaire** : Mercredi 8h30 à 10h20 salle D4-2022  
Jeudi 10h30 à 11h20 salle D4-2022

### **Description**

Voir l'annuaire : <http://www.usherbrooke.ca/fiches-cours/imn317>

Crédits : 3

Organisation Cours : 3 heures/semaine  
Travail personnel : 6 heures/semaine

Préalable : IMN 359  
Concomitante : IMN117

## 1 Présentation

### 1.1 Mise en contexte

Le traitement de l'audio numérique est un domaine très vaste. Dans ce cours, sont vus les éléments principaux du traitement de signal pour l'audio numérique, les modèles pour la production et la perception de la parole, l'analyse des signaux audio numériques, et la reconnaissance de la parole.

### 1.2 Objectifs généraux

L'objectif du cours est de définir les fondements théoriques et pratiques du traitement numérique du signal audio. À la fin du cours, l'étudiant ou l'étudiante doit être en mesure d'analyser une situation donnée, puis de concevoir et de programmer une solution adaptée faisant appel au traitement de signal audio.

### 1.3 Objectifs spécifiques

À la fin du cours, l'étudiant sera en mesure

1. d'élaborer des filtres numériques respectant un ensemble de caractéristiques fréquentielles;
2. d'expliquer les phénomènes propres à la production et à la perception de la parole;
3. de comprendre la modélisation du signal audio;
4. d'analyser et de synthétiser des signaux audio numériques en regard à la reconnaissance vocale;
5. d'utiliser efficacement Matlab pour résoudre des problèmes mathématiques

### 1.4 Contenu détaillé<sup>1</sup>

Chapitre	Titre	Contenu	Heures
1	Introduction et rappels	Mise en contexte; Anatomie et physiologie; Acquisition et stockage de signaux sonores: Formats de stockage	1
2	Signaux et systèmes	Signaux à temps discret, signaux usuels, systèmes à temps discret; Équations aux différences, stabilité, causalité, passivité, système inverse; Filtres, linéarité et invariance temporelle, filtres récurrents, filtres non récurrents, réponse impulsionnelle.	4
3	Analyse fréquentielle	Transformée de Fourier, transformée de Fourier à temps discret, réponse en fréquence; Transformée en Z; Fonction de transfert, région de convergence;	11
4	Conception de filtres	Caractéristiques d'un filtre, filtres FIR, filtres IIR, conception de filtres avec Matlab;	8
5	Introduction à traitement et analyse de la musique	Notions de solfège, notes vs fréquences, gamme de Pythagore et tempérée, timbre des instruments, harmoniques, battements, synthèse d'instruments	7
6	Introduction à l'analyse de la parole	Production et perception de la parole, identification de l'orateur, reconnaissance vocale, analyse et synthèse de signaux vocaux	8
<b>Total des heures</b>			<b>39</b>

<sup>1</sup> Les heures sont approximatives

## 2 Organisation

### 2.1 Méthode pédagogique

Cours magistraux accompagnés de travaux pratiques permettant de consolider la compréhension des concepts. Les travaux pratiques se feront en général en équipe de deux. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux.

Les cours magistraux se dérouleront en partie au tableau et en partie sur acétates électroniques. Les transparents électroniques seront disponibles sur la [page Moodle du cours](#).

Pour vous connecter à Moodle allez au [www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/](http://www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/) et suivez les instructions. Vous devez avoir un CIP.

Des périodes de consultation seront déterminées en classe.

### 2.2 Calendrier du cours

	Semaine du	Chapitre
1	29 août	1
2	05 septembre	2
3	12 septembre	2 et 3
4	19 septembre	3
5	26 septembre	3
6	03 octobre	3
7	10 octobre	Examen périodique
8	17 octobre	Semaine de lecture
9	24 octobre	4
10	31 octobre	4
11	7 novembre	4
12	14 novembre	5
13	21 novembre	5
14	28 novembre	6
15	5 décembre	6
	du mercredi 9 au dimanche 20 décembre	Examen final

### 2.3 Évaluation

**Travaux (3):** 30 %

**Examen périodique :** 30 %

**Examen final :** 40 %

### 2.4 Travaux

#### Directives particulières

Les sujets des travaux seront disponibles sur le [site Moodle](#) du cours. La remise du travail s'effectue le jour et à l'heure exigés sur ce même site. Le non respect de la date de remise entraîne une pénalité de 10% par jour de retard. Cela signifie qu'il faut toujours viser à terminer son travail de programmation au moins 24 heures avant la date de remise pour tenir compte des pannes possibles et de la surcharge quasi-inévitable. Ceci est un conseil qui vaut son pesant de points. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux. La remise des travaux se fera directement sur la page Moodle.

La notation pourra tenir compte de différents éléments selon le travail demandé : résultats (fiabilité, robustesse); code (lisibilité, modularité, normes, indentation, constance); qualité de la langue française (jusqu'à 5% de la note); etc.

**Plagiat**

Un document dont le texte et la structure se rapporte à des textes intégraux tirés d'un livre, d'une publication scientifique ou même d'un site Internet, doit être référencé adéquatement. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat, défini dans le Règlement des études comme « le fait, dans une activité pédagogique évaluée, de faire passer indûment pour siens des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui. ». Le cas échéant, le plagiat est un délit qui contrevient à l'article 8.1.2 du Règlement des études : « tout acte ou manœuvre visant à tromper quant au rendement scolaire ou quant à la réussite d'une exigence relative à une activité pédagogique. » À titre de sanction disciplinaire, les mesures suivantes peuvent être imposées : a) l'obligation de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique et b) l'attribution de la note E ou de la note 0 pour un travail, un examen ou une activité évaluée. Tout travail suspecté de plagiat sera référé au Secrétaire de la Faculté des sciences.

**Qualité du français et de la présentation**

Jusqu'à 5 % du total des points alloués pour un travail donné est rattaché à la qualité du français. De plus, conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages<sup>3</sup> l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

### 3 Références

#### 3.1 Matériel obligatoire

- [1] Aucun

#### 3.2 Bibliographie

Ouvrages de référence que l'on peut notamment consulter à la bibliothèque.

- [1] Monson H. Hayes  
Schaum's Outline of Theory and Problems of Digital Signal Processing, McGraw-Hill, 1999
- [2] Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky and Syed Hamid Nawab  
Signals & Systems. Prentice Hall, 2nd edition, August 1996
- [3] Benoît Champagne and Fabrice Labeau  
Discrete Time Signal Processing, 2004 ([notes de cours disponibles en ligne](#))
- [4] Theodoros Giannakopoulos et A. Piskrakis  
Introduction to audio analysis, a Matlab approach, Elsevier, 2014
- [5] M. Mandal and A. Asif  
Continuous and Discrete Time Signals and Systems, Cambridge U. press, 2007
- [6] Douglas O'shaughnessy  
Speech Communication: Human and Machine. Addison-Wesley Publishing Co. 2nd edition, IEEE Press, 1999
- [7] J. G. Proakis and D. G. Manolakis  
Digital signal processing: principles, algorithms, and applications. Prentice-Hall, 3rd edition, 1996
- [8] Sanjit K. Mitra  
Digital signal processing: A Computer Based Approach. McGraw-Hill 2nd edition, 2001
- [9] John R. Deller, Jr., John H. L. Hansen, John G. Proakis  
Discrete-Time Processing of Speech Signals. Wiley- IEEE Press, September 1999
- [10] T. F. Quatieri  
Discrete-time speech signal processing: principles and practice. Prentice-Hall, 2002
- [11] Doug Coulter  
Digital Audio Processing, CMP Books, 2000
- [12] L. Harkleroad  
The math behind the Music, Cambridge University Press, 2006
- [13] G. Loy  
Musimathics, the mathematical foundations of music, vol. 1 et 2, MIT Press, 2006
- [14] P. Guillaume  
Son et musique, module de cours, INSA, Toulouse, [document en ligne](#)
- [15] Philipos C. Loizou  
Speech enhancement. Theory and practice

#### 3.3 Liens utiles

- [1] Remise de travaux par Turnin  
[www.usherbrooke.ca/informatique/fileadmin/sites/informatique/documents/Intranet/ptobject-turnin/turnin.pdf](http://www.usherbrooke.ca/informatique/fileadmin/sites/informatique/documents/Intranet/ptobject-turnin/turnin.pdf)
- [2] Bibliothèque de l'Université de Sherbrooke  
[www.usherbrooke.ca/biblio](http://www.usherbrooke.ca/biblio)
- [3] Citeseer (NEC)  
[citeseerx.ist.psu.edu/](http://citeseerx.ist.psu.edu/)
- [4] Autres liens sur le [site Moodle](#) du cours