

École doctorale de Physique en Île de France (PIF)

ED 564

PSL – UPMC – USPC - UPSaclay

<https://www.edpif.org>

PHYSIQUE DE L'AUDITION

Cours de Pascal MARTIN

Vendredi 8 janvier : 9h à 12h – amphithéâtre Curie (Bâtiment Curie)

Vendredi 15 janvier : 9h à 12h – salle « cours anglaise » (Bâtiment de Biologie du Développement)

Vendredi 22 janvier : 9h à 12h – amphithéâtre Curie (Bâtiment Curie)

Vendredi 29 janvier : 9h à 12h – salle « cours anglaise » (Bâtiment de Biologie du Développement)

Vendredi 5 février : 9h à 12h – amphithéâtre Curie (Bâtiment Curie)

Vendredi 12 février : 9h à 12h – amphithéâtre Curie (Bâtiment Curie)

L'accès aux salles se fait par le 11 rue Pierre et Marie Curie – 75005 Paris

EDPIF – ENS

Dépt de physique de l'ENS
24, rue Lhomond – 75005 Paris
Secrétariat : L. LEDEZ
+33 1 4432 2559
edpif.ens@edpif.org

EDPIF – UPMC

4, place Jussieu - 75005 Paris
Secrétariat : N. YASSINE
CC 921. Barre 56/66. Bur 218
+33 1 4427 8039
edpif.upmc@edpif.org

EDPIF – U. Paris-Diderot

Bâtiment Condorcet, Bur 376A
10 r A.Domon et L. Duquet - Paris 13^e
Secrétariat: J. TAÏEB
+33 1 5727 6110
edpif.upd@edpif.org

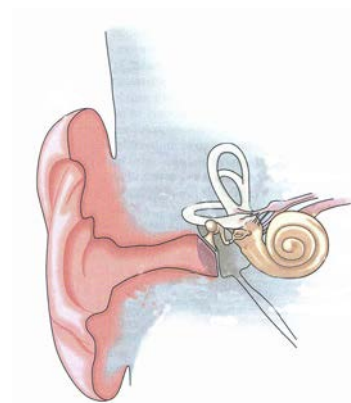
EDPIF – U. Paris-Sud

LPS Orsay, Bât 510, porte 145
Univ Paris Sud - 91405 Orsay
Secrétariat: S. HOARAU
+33 1 6915 5356
edpif.u-psud@edpif.org

TITRE DU COURS : Physique de l'audition.

INTERVENANT : Pascal Martin (Laboratoire Physico-Chimie Curie, CNRS/Institut Curie/UPMC, Paris ; Email : pascal.martin@curie.fr)

Cours de 9h00 à 12h00, les vendredi 8, 15, 22 et 29 Janvier, et les vendredi 5 et 12 Février 2016. Les cours auront lieu à l'Institut Curie dans l'amphithéâtre Curie (Bâtiment Curie ; les 8 et 22 janvier ainsi que les 5 et 12 février) ou dans la salle « cours anglaise » (Bâtiment de Biologie du Développement ; les 15 et 29 janvier). L'accès se fait par le 11 rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris.



PROGRAMME DU COURS : En première approximation, l'oreille peut être vue comme un microphone qui répond aux vibrations mécaniques induites par l'onde de pression sonore en produisant un signal électrique nerveux qui va se propager jusqu'au cerveau. Bien qu'immergées dans un fluide visqueux, les structures de l'oreille interne qui sont mises en mouvement par le stimulus sonore se comportent comme des résonateurs. L'oreille renferme en fait une machinerie qui permet de compenser les pertes visqueuses en convertissant des ressources d'énergie d'origine biochimique en travail mécanique, et ainsi d'amplifier la sensibilité et d'affiner la sélectivité fréquentielles aux sons les plus faibles. L'objectif de ce cours est de dégager quelques principes physiques qui sous-tendent le processus de détection et d'amplification sonore, de l'échelle de la molécule unique (moteur

moléculaire, canal ionique) à celle de l'oreille dans son entier en passant par l'échelle intermédiaire des cellules mécano-sensorielles « ciliées » de l'oreille interne. En particulier, nous verrons qu'une cellule ciliée peut se comporter comme un système dynamique actif opérant au voisinage d'une instabilité oscillatoire (bifurcation de Hopf), acquérant par la même un nombre de propriétés génériques qui sont utiles à la détection acoustique.

I- Enseignements de la psycho-acoustique sur les propriétés physiques du système auditif :

Seuil de sensibilité, sélectivité fréquentielle, gamme dynamique de sensibilité (intensités et fréquences sonores « utiles »), non-linéarité de la sensation sonore (utilisation du décibel, distorsions sonores), l'oreille comme résonateur mécanique (expériences de Thomas Gold (1948)).

II- Du son à l'influx nerveux :

1. L'oreille moyenne : adaptation d'impédance entre l'air et l'eau.
2. Vibrations mécaniques dans la cochlée : l'onde cochléaire (modèle hydrodynamique de Lighthill (1991)), résonances et non-linéarités, l'amplificateur cochléaire, émissions oto-acoustiques.
3. Introduction aux cellules mécano-sensorielles « ciliées » : structure, transduction mécano-électrique, modèle à deux états d'un canal ionique mécanosensible.

III- Propriétés mécaniques des cellules ciliées :

1. Relation force-déplacement de la touffe ciliaire : notion de « gating compliance », raideur négative.
2. Mécanismes d'adaptation.
3. Mouvements actifs d'une touffe ciliaire : comportements excitables, oscillations, régulation (calcium,...)
4. Description théorique de la motilité ciliaire : analyse de stabilité linéaire, diagramme d'états, bifurcation de Hopf.
5. Electromotilité du corps cellulaire des cellules ciliées externes des mammifères.

IV- Oscillateurs critiques :

1. Réponse générique d'un oscillateur critique : forme normale, lois de puissances, auto-ajustement à une bifurcation de Hopf.
2. L'onde cochléaire revisitée : modèle actif de l'onde cochléaire.