

/ Projets supervisés

Du 5 au 22 septembre 2016, les normaliens scientifiques en 1^{re} année peuvent participer à un **projet de recherche** court (durée : 3 semaines), réalisé en petit groupe sous la supervision d'un enseignant.

Ces projets présentent des formats variés : problème à résoudre, expérience virtuelle ou en laboratoire, travail sur article, etc.

Ils font l'objet de plusieurs **(3-6) rencontres de 2 heures chacune avec l'enseignant** (cf. créneaux horaires « réunions projet » indiquées sur le planning de rentrée Sciences) entre le 5 et le 22 septembre 2016. La quantité de travail à réaliser en dehors des rencontres est estimé à 12 heures par normalien.

Le **lieu** de chaque rencontre est défini par le responsable de projet (par défaut : au sein du département, dans le bureau de l'enseignant sinon dans une salle mise à disposition). Entre chaque réunion, les normaliens sont encouragés à utiliser les bibliothèques de l'ENS (BSE, etc.) afin d'élaborer leur projet avec leurs collègues.

Chaque département et composante scientifique de l'ENS propose une liste de projets décrits ci-après. Vous pouvez également consulter la liste des projets en cliquant sur chaque département ou composante listé ci-dessous.

Pour vous inscrire, il vous suffit :

1. de vous inscrire via l'application accessible **ICI** à compter du 5 septembre depuis le site de l'ENS (Rentrée 2016, Sciences, Projets de rentrée). *Attention : le nombre de places par projet étant limité, vous devez émettre des vœux. Un mail de confirmation vous sera envoyé le 7 septembre avant 18h.*
2. d'envoyer un e-mail au responsable du projet qui vous a été attribué pour confirmer votre présence.

SOMMAIRE

BIOLOGIE 2/4

31 places
BIO-01 > BIO-08

CHIMIE 5/6

12 places
CHIM-01 > CHIM-04

ÉTUDES COGNITIVES 7/12

(DEC) 28 places
DEC-01 > DEC-12

GÉOSCIENCES 13/15

18 places
GSC-01 > GSC-06

INFORMATIQUE 16/18

(DI) 14 places
DI-01 > DI-06

MATHÉMATIQUES 19/21

(DMA) 23 places
DMA-01 > DMA-08

PHYSIQUE 22/23

20 places
PHY-01 > PHY-05

CERES 24/

(DEC) 4 places
CER-01 >

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Responsable : Patrick Charnay

BIO-01

2-4 places

Origami ADN

Terence Strick, strick@ens.fr

Nous proposons une introduction aux ADNs dit « origamis ». Cette façon récente de concevoir et manipuler les acides nucléiques permet d'utiliser l'ADN pour créer des formes et structures arbitraires pouvant remplir des fonctions allant de la biochimie à la nanoélectronique. Ce projet tutoré permettra d'un côté à se familiariser avec les spécificités de l'ADN, et de l'autre à entrevoir les possibilités ouvertes par des nouvelles fonctions non-biologiques de l'ADN.

A noter : le tutorat aura lieu à l'Institut Jacques Monod (Université Paris Diderot) dans le 13^e arrondissement.

Bibliographie

Rothemund, PW « Folding DNA to create nanoscale shapes and patterns », *Nature* **440**: 297—302 (2006).

Liedl et al., "Self-assembly of three-dimensional prestressed tensegrity structures from DNA", *Nature Nanotechnology* **5**, 520—524 (2010).

BIO-02

2-4 places

Incorporation d'acides aminés non naturels dans des protéines

Olivier Bensaude, bensaude@ens.fr – Tél. : 01 44 32 34 10

Nous proposons une introduction à l'incorporation d'acides aminés non naturels dans les protéines. Cet aspect de la biologie de synthèse a de multiples applications. Le projet se focalisera sur le développement d'organismes dépendants de tels acides aminés.

Bibliographie

Expanding and Reprogramming the Genetic Code of Cells and Animals. Jason W. Chin Annu. Rev. Biochem. 2014. 83:379 408 (2014)

Biocontainment of genetically modified organisms by synthetic protein design. Daniel J. Mandell et al. Nature vol 518, 55-60 (2015)

Kept on a leash. A vital dependence of genetically modified organisms on an artificial nutrient could be a means of preventing their escape into the environment. Nature vol. 517, 411 (2015)

BIO-03

max 3 places

How do plants modify higher-order nuclear architecture within few hours in response to light cues ?

Fredy Barneche, barneche@biologie.ens.fr

Gene expression patterns are tightly modulated in response to intrinsic and environmental

signals to control specialization and proliferation of eukaryotic cells in a spatio-temporal manner. These fundamental processes are dependent on multiple regulatory layers that converge onto chromatin-based mechanisms. Recent studies on the Arabidopsis model species have uncovered that light signal transduction pathways control massive and rapid rearrangements of epigenomic landscape and nuclear architecture during plant development. The students will perform live imaging and cytological analyses of plant nuclei aimed at testing how light-controlled regulation of histone proteins impacts on chromatin condensation and on nuclear architecture.

Bibliographie

Bourbousse, Mestiri, et al. (2015) Light signaling controls nuclear architecture reorganization during seedling establishment. PNAS. 112(21):E2836-44.

Rutowicz et al, (2015) A Specialized Histone H1 Variant Is Required for Adaptive Responses to Complex Abiotic Stress and Related DNA Methylation in Arabidopsis. Plant Physiol. 169(3): 2080-101.

BIO-04

1-3 places

Le cytosquelette d'actine dans les cellules multiciliées

Nathalie Delgehyr, delgehyr@biologie.ens.fr

Ce projet a pour objet l'étude des cellules épendymaires présentes à la surface des cavités du cerveau des mammifères. Ces cellules possèdent des cils motiles essentiels pour le mouvement du liquide céphalo-rachidien dans le cerveau et participent au maintien de l'homéostasie cérébrale. Au cours de ce projet, les étudiants pourront découvrir une nouvelle fonction du cytosquelette d'actine en analysant et quantifiant des expériences réalisées sur différents mutants de l'actine ou après traitement avec des drogues contre l'actine.

BIO-05

2-4 places

Premières réflexions sur les mécanismes d'apprentissage dans le cerveau

Boris Barbour, boris.barbour@ens.fr

Une fonction centrale du cerveau est l'adaptation du comportement de l'animal à son environnement en fonction de son expérience passée. L'information acquise lors de l'apprentissage est sans doute stockée sous forme de modifications des synapses entre les milliards de neurones du cerveau. Cependant, les mécanismes de cet apprentissage restent largement méconnus et représentent un chantier important dans la recherche en neurosciences. Le progrès nécessite une approche interdisciplinaire alliant expériences biologiques et analyse théorique. Ce projet introduit les concepts majeurs et les grandes questions.

BIO-06

1-6 places

La migration cellulaire

Marika Kapsimali, marika.kapsimali@ens.fr

L'objectif est d'aborder différents aspects de la migration cellulaire ; du point de vue biologique, d'examiner les caractéristiques de ces processus, les aspects moléculaires et réfléchir sur des outils pour l'observer ; du point de vue mathématique, d'aborder la quantification du déplacement afin de mieux comprendre ce comportement cellulaire.

Bibliographie

Les articles à discuter seront proposés en fonction des intérêts et du parcours de la personne intéressée.

A titre indicatif :

- <https://www.cellmigration.org>

- Analysing immune cell migration. *Nature Reviews Immunology* 9, 789-798 (November 2009) |

doi:10.1038/nri2638. Joost B. Beltman¹, Athanasius F. M. Marée² & Rob J. de Boer¹

BIO-07

2-4 places

L'ADN, un câble électrique ?

Olivier Hyrien, hyrien@biologie.ens.fr

Il s'agit de faire une enquête à partir d'un l'éditorial récent de Science sur les propriétés conductrice d'électricité de l'ADN et leur exploitation possible dans des mécanismes de réparation. Les étudiants commenceront par une petite analyse bibliographique à partir de cet éditorial pour ensuite interroger des biologistes ou physiciens compétents sur l'ENS afin de synthétiser les éléments disponibles et évaluer les perspectives de cette ligne de recherche.

Bibliographie

Service RF (2014). Live wire. *Science* **346** (6215): 1284-1287.

BIO-08

2-3 places

Optogénétique

Laurent Bourdieu, laurent.bourdieu@ens.fr

Stéphane Dieudonné, stephane.dieudonne@ens.fr

L'optogénétique, c'est-à-dire le couplage de l'optique et de la génétique, révolutionne les neurosciences depuis une dizaine d'année. Elle permet à la fois l'observation et la manipulation de l'activité neuronale dans un animal en comportement par des méthodes optiques. Couplée à des techniques innovantes de microscopie, l'optogénétique renouvelle notre compréhension des mécanismes neuronaux sous-tendant nos perceptions et nos actions.

Le but du projet sera de mieux comprendre les principes biologiques et optiques de l'optogénétique et d'analyser les conséquences théoriques de ces nouvelles approches expérimentales.

DÉPARTEMENT DE CHIMIE

Responsable : Jérôme Delacotte

Toute question générale sur les projets est à adresser à Jérôme Delacotte (jerome.delacotte@ens.fr). Pour un projet spécifique, adressez-vous à son auteur (les adresses électroniques sont données ci-dessous).

CHIM-01

3 places

Learning from deep learning: the atomic cat

Maximilien Levesque, maximilien.levesque@ens.fr

Cédric Gageat, cedric.gageat@ens.fr

Some say artificial intelligence is (yet) another pillar of science, like experiments, theory and simulations (and maybe data?).

We'll explore if and how deep learning techniques can bring new concepts to the atomic scale. If Google/Stanford's AI learnt to recognize Youtube's cats, what about Schrodinger's ? After a few hours dedicated to brainstorming and discussions, we'll bring our idea to life in a real application.

Expect to learn new concepts in physical chemistry at the atomic/electronic scale, in artificial intelligence and deep learning techniques based on Google's TensorFlow, and maybe, if some of you like, in GPU programming. No cats will be harmed during this project.

Bibliography

How Computers Can Teach Themselves to Recognize

cats : research.google.com/archive/unsupervised_icml2012.html

CHIM-02

3 places

Que faire d'une tache de café ?

Damien Baigl, damien.baigl@ens.fr

Une goutte de café renversé sèche pratiquement toujours selon le même motif : un bord très sombre, où se sont accumulés la majorité des constituants non volatiles du café, qui cerne une partie centrale beaucoup plus claire, dépeuplée des composants du café. Lorsque la goutte est ronde, ce qui n'est pas rare non plus, on obtient un joli anneau. Cet effet, appelé « coffee-ring effect » en anglais, n'est pas du tout spécifique au café. C'est un phénomène ubiquitaire qui s'observe avec n'importe quelle goutte qui sèche, aux seules conditions que celle-ci soit bien ancrée sur son substrat et qu'elle contienne des composés non volatiles. Pluie, larme, whisky, tous ces liquides, en séchant, finissent par former des anneaux ! Malheureusement, ce phénomène, simple et si beau à regarder, ennuie de nombreux industriels. Lorsqu'on dépose un liquide sur une surface (impression jet d'encre, traitement de surface, peinture), on souhaite en effet généralement qu'il sèche de manière homogène. Il ennuie aussi les scientifiques qui aimeraient mieux comprendre d'où vient cet anneau. Il en inspire enfin d'autres qui voient dans la tache de café un moyen d'assembler des nanoparticules ou bien d'analyser ce qui passe dans une solution biologique complexe. Comment mieux comprendre l'effet « tache de café », comment le supprimer ou, au contraire, l'exploiter, comment enfin en faire un outil de diagnostic médical ? Ce sont les

défis que je vous propose de relever ici. Ce projet alternera discussions, analyses bibliographiques, visites de laboratoire et possibilité de proposer et de réaliser des expériences originales sur le sujet.

CHIM-03

3 places

Quelques gouttes de lymphocytes

Jacques Fattaccioli, jacques.fattaccioli@ens.fr

Olivier Mesdjian, olivier.mesdjian@ens.fr

Les lymphocytes B jouent un rôle majeur dans le mécanisme du système immunitaire adaptatif. Leur activation se produit lors de la reconnaissance spécifique de leurs récepteurs en surface avec les antigènes présentés par des cellules migrantes.

Lors de la mise en contact de ces deux cellules, des actions mécaniques sont exercées par le lymphocyte B sur la cellule porteuse des antigènes. L'objectif du projet est de mettre en contact un lymphocyte B avec une goutte d'huile d'émulsion, qui pourra se déformer sous l'action du lymphocyte B, et de cette déformation pourra être déduite une force cellulaire.

Des pièges microfluidiques ont été développés de manière à mettre en contact une cellule et une goutte en parallèle. L'avantage de ces pièges est qu'ils permettent de contrôler le « temps 0 » de mise en contact, et également de former en parallèle un grand nombre de paires goutte/cellule. Le projet consistera à utiliser ces pièges pour obtenir un maximum de paires goutte/cellule et d'étudier de manière statistique les phénomènes d'adhésion entre une cellule et une goutte.

CHIM-04

3 places

La RMN sur le fil : déterminer la cinétique d'une réaction chimique sans perdre l'équilibre

Nicolas Bolik-Coulon, Nicolas.Bolik-Coulon@ens.fr

Guillaume Bouvignies, Guillaume.Bouvignies@ens.fr

La résonance magnétique nucléaire permet d'identifier les signaux des espèces en échange dans un système chimique à l'équilibre. Il est alors possible d'extraire quantitativement les principales caractéristiques du chemin réactionnel sans perturber cet équilibre.

Nous verrons un exemple simple d'un équilibre entre deux états conformationnels. On simulera un tel système afin de faire le lien microscopique-macroscopique. Des expériences de RMN à deux dimensions seront réalisées sur plusieurs spectromètres à haut champ magnétique et analysées numériquement.

Bibliographie

P. J. Hore, Nuclear Magnetic Resonance, Oxford Chemistry Primer 32, 2015.

DÉPARTEMENT D'ÉTUDES COGNITIVES – DEC

Responsable : Benjamin Spector

Ces mini-projets sont proposés par des doctorants, postdocs et chercheurs des laboratoires du DEC. Ils sont organisés par thèmes.

DEC-01

1 place

Validation of the drift diffusion model applied to psycholinguistic discrimination task

Loran Le Stanc, lorna.le.stanc@ens.fr

Charlotte Jacquemot, charlotte.jacquemot@ens.fr

The student will acquire behavioral data and analyse them in order to determine the validity of the drift diffusion model to analyse reaction times and responses to a discrimination task.

Bibliographie

Voss, A., Rothermund, K., & Voss, J. (2004). Interpreting the parameters of the diffusion model: An empirical validation. *Memory & Cognition*, 32(7), 1206–1220.

Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A Diffusion Model Account of the Lexical Decision Task. *Psychological Review*, 111(1), 159–182. <http://doi.org/10.1038/nature13314>

Sambin, S., Teichmann, M., de Diego Balaguer, R., Giavazzi, M., Sportiche, D., Schlenker, P., & Bachoud-Lévi, A. C. (2012). The role of the striatum in sentence processing: Disentangling syntax from working memory in Huntington's disease. *Neuropsychologia*, 50(11), 2625–2635. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.014>

DEC-02

2-3 places

L'apprentissage des mots chez le bébé

Alex Cristia, alecristia@gmail.com

Camila Scaff, camiscaff@hotmail.com

« L'une des choses les plus fascinantes à observer chez les bébés humains est la vitesse avec laquelle ils apprennent leur langue maternelle. Cet apprentissage, très difficile chez l'adulte qui apprend une langue étrangère, a lieu spontanément, sans effort apparent. On propose comme projet aux étudiants de travailler sur la question : "Pourquoi les bébés apprennent certains mots plus précocement que d'autres et quelles sont les caractéristiques qui permettent cet apprentissage ?". Les étudiants vont également participer à la vie active du laboratoire et une visite des installations (Babylab) sera proposée. »

Références bibliographiques

Roy, B. C., Frank, M. C., DeCamp, P., Miller, M., & Roy, D. (2015). Predicting the birth of a spoken word. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(41), 12663-12668.

Kuhl, P. K. (2010). Brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron*, 67(5), 713-727

Modélisation computationnelle de la perception des langues étrangères

Ewan Dunbar, emd@umd.edu

Emmanuel Dupoux, emmanuel.dupoux@gmail.com

Adriana Guevara Rukoz, adriana.guevara.rukoz@ens.fr

Lorsque nous entendons une langue étrangère, nous ne la percevons pas de la même manière qu'un locuteur natif. Les théories psycholinguistiques indiquent que notre perception est influencée par les propriétés linguistiques de notre langue maternelle. Mais comment adaptons-nous les sons étrangers dans les sons de notre langue? Utilisons-nous des informations acoustiques ou des informations plus abstraites extraites du signal? Dans ce projet, nous utiliserons des modèles computationnels de la perception de la parole afin d'essayer de répondre à ces questions.

Références bibliographiques

Best, C. T., & Tyler, M. D. (2007). Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities. *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*, 1334.

Juang, B. H., & Rabiner, L. R. (1991). Hidden Markov models for speech recognition. *Technometrics*, 33(3), 251-272.

Peperkamp, S. & Dupoux, E. (2003). Reinterpreting loanword adaptations: The role of perception. In: M.J. Solé, D. Recasens & J. Romero (éds.) *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*. Adelaide: Causal Productions, 367-370

Google peut-il réussir un test de QI ?

Ewan Dunbar, emd@umd.edu – Tél. : 06 60 49 24 97

Les tests de QI posent souvent les questions au sujet des analogies : gagner est à perdre ce que petit est à ____? (La réponse correcte est "grand.") Ces questions reposent sur votre connaissance humaine des sens des mots. Les ordinateurs savent-ils cela ? Aujourd'hui, plusieurs systèmes sophistiqués "apprennent" à extraire de l'information des documents. Dans ce projet, vous allez examiner les modèles de recherche de point de Google, évaluer à quel point ils captent les relations systématiques entre mots.

À lire: <https://en.wikipedia.org/wiki/Word2vec>

Comment les bébés apprennent-ils à parler ? Venez nous aider à le découvrir au Babylab de l'ENS

Anne Christophe, anne.christophe@ens.fr

Alex de Carvalho, x.de.carvalho@gmail.com

Découverte des techniques d'expérimentation humaine utilisées pour étudier le développement du langage chez les très jeunes enfants (0-3 ans) au Babylab de l'ENS (www.lscp.net/babylab). Par exemple, les bébés de 18 mois font-ils déjà la différence entre les noms et les verbes ? Pour le tester, les bébés regarderont 2 vidéos, l'une avec une action nouvelle, l'autre présentant un objet nouveau, et entendront des mots nouveaux dans des phrases comme « Oh regarde, c'est une bamoule ! », ou « Oh regarde, elle pirdale ! ». Grâce à un oculomètre (eye-tracker), on peut mesurer leur regard en temps réel ; si comme les adultes ils distinguent les noms des verbes, ils devraient apprendre que « bamoule » réfère à l'objet nouveau, et « pirdale » à l'action nouvelle. En plus de participer aux expériences en cours (celle-ci et d'autres), les étudiants seront encouragés à lire des articles scientifiques sur des sujets variés en sciences cognitives, et pourront interagir avec les autres chercheurs/post-doctorants/doctorants du laboratoire (<http://www.lscp.net>).

Références bibliographiques

de Carvalho, A., Dautriche, I., & Christophe, A. (2016). Preschoolers use phrasal prosody online to constrain syntactic analysis. *Developmental Science*, 19, 235-250. doi: <http://doi.org/10.1111/desc.12300>

Dautriche, I., Swingle, D., & Christophe, A. (2015). Learning novel phonological neighbors: Syntactic category matters. *Cognition*, 143, 77-86. doi: 10.1016/j.cognition.2015.06.003

(les articles sont disponibles ici: www.lscp.net/persons/anne)

DEC-06

2-3 places

Conception et réalisation d'une tâche ludique pour tester la volatilité des pensées chez les enfants

Jérôme Sackur, jerome.szackur@ens.fr

Le cours de nos pensées est plus ou moins stable. Il y a de grandes variabilités inter-individuelles en ce qui concerne la capacité à rester concentré sur une seule et même tâche, ou une seule et même pensée. Une manière traditionnelle d'étudier cela en sciences cognitives consiste à questionner à intervalles irréguliers des participants pendant qu'ils et elles effectuent une tâche (la lecture d'un texte rébarbatif par exemple) afin de déterminer si et quand leur pensée vagabonde. Le projet serait la première étape d'une autre approche, consistant à déterminer pour chaque sujet un "biais d'alternance" entre deux tâches. Pour ce faire, il faudrait concevoir une tâche bi-partite ressemblant à un jeu vidéo, dans laquelle les participants devraient répartir leur attention sur deux sous-tâches (deux parties de l'écran). Il faudrait concevoir une contrainte telle que, en fonction des performances de chacun-e, nous puissions déterminer le taux d'alternance optimal. On pourrait alors mesurer le biais de chaque sujet par rapport à ce taux optimal.

Pour ce projet on peut envisager :

- 1/ définir les contraintes du jeu et les simuler ;
- 2/ commencer l'implémentation.

Pré-requis: programmation (python de préférence ; R serait un plus).

Formal semantics of hyperlinks

Jeremy Kuhn, jeremy.d.kuhn@gmail.com

This project will look at the use and meaning of hyperlinks in computer mediated communication. Recent formal work has shown that "non-linguistic" meaning can interact in non-trivial ways with co-occurring linguistic forms (e.g. gesture with speech). Looking at hyperlinks, immediately similar interactions can be seen to apply: the underlined text must be a syntactic constituent (syntax); the target url must provide 'evidence' for the information associated with the underlined text (semantics). The textual medium of hyperlinks additionally makes it easier to test specific hypotheses. The current project would do so through corpus work (creating a corpus of news article hyperlinks) and/or experimental tests (online experiments of the acceptability of sentences with hyperlinks).

Références bibliographiques

Schlenker, P. 2015. Gesture Projection and Cosuppositions. Manuscript. Available at <http://ling.auf.net/lingbuzz/002645>

Goldin-Meadow, S., & Brentari, D. Gesture, sign and language: The coming of age of sign language and gesture studies. Behavioral and Brain Sciences, in press.

How do neuronal receptive fields change in the primary auditory cortex of behaving ferrets?

Jennifer Lawlor et Yves Boubenec

Contact : boubenec@ens.fr

Natural sounds such as wind, fire, rain, are often characterized by the statistical occurrence of their constituents. Listeners can readily detect changes in these contexts, despite their complexities. We recorded the single-cell activity in the primary auditory cortex of behaving ferrets during such a change detection paradigm in which animals have to constantly monitor a stochastic and continuous acoustic stream to detect statistical changes. As task performance can rapidly and adaptively reshape cortical receptive field properties in the primary auditory cortex, we want here to develop methods for studying the online reshaping of neuronal receptive fields when animals are engaged in the task (see references below).

A solid background in programming and mathematics/computational analysis is recommended. The internship can be conducted indiscriminately in French or English.

Références bibliographiques

Fritz, J., Shamma, S., Elhilali, M., & Klein, D. (2003). Rapid task-related plasticity of spectrotemporal receptive fields in primary auditory cortex. *Nature Neuroscience*, 6, 1216–1223.

How do resting state networks depend on vigilance state?

Célian Bimbard et Yves Boubenec

Contact : boubenec@ens.fr

Functional Ultrasound Imaging (fUS) is a new method monitoring changes in blood flow with a high spatial ($\sim 100\mu\text{m}$) resolution and sampling rate (500Hz) for a typical imaged section of 1cm wide and 2cm deep, providing a more detailed image than fMRI. We recently adapted this technique to study the functional organization of auditory circuit in the awake ferret. Preliminary analysis indicate low-frequency oscillations in a variety of brain structures ($\sim 0.125\text{Hz}$) whose dependence on the vigilance state and the connectivity between structures remains unclear. The goal of this project is to address this question by adapting and expanding tools previously used in fMRI.

A solid background in programming and mathematics/computational analysis is recommended. The internship can be conducted indiscriminately in French or English.

Références bibliographiques

Osmanski, B.-F., Pezet, S., Ricobaraza, A., Lenkei, Z., & Tanter, M. (2014). Functional ultrasound imaging of intrinsic connectivity in the living rat brain with high spatiotemporal resolution. *Nat Commun*, 5, 5023.
Mayhew, J. E., Askew, S., Zheng, Y., Porrill, J., Westby, G. W., Redgrave, P., ... Harper, R. M. (1996). Cerebral vasomotion: a 0.1-Hz oscillation in reflected light imaging of neural activity. *NeuroImage*, 4, 183–93.
McGinley, M. J., David, S. V., & McCormick, D. A. (2015). Cortical Membrane Potential Signature of Optimal States for Sensory Signal Detection. *Neuron*, 87, 179–192.

DEC-10

2 places

Can we ask ferrets to train themselves?

Yves Boubenec, boubenec@ens.fr

Recent developments in neurosciences allowed automatic behavioral training and imaging recordings in rodents. We want to adopt a similar approach in the behaving ferret to improve our training procedure and ultimately perform electrophysiological recordings during the course of the learning.

This project involves a combination of technical developments including CAD, 3D printings, and ultimately behavioral training. The internship can be conducted indiscriminately in French or English.

Références bibliographiques :

Scott, B. B., Brody, C. D., & Tank, D. W. (2013). Cellular Resolution Functional Imaging in Behaving Rats Using Voluntary Head Restraint. *Neuron*, 80, 371–384.
Zhou, Z. C., Yu, C., Sellers, K. K., & Fröhlich, F. (2016). Dorso-Lateral Frontal Cortex of the Ferret Encodes Perceptual Difficulty during Visual Discrimination. *Scientific Reports*, 6, 23568.

DEC-11

2 places

Apprendre des systèmes dynamiques avec des réseaux de neurones

Sophie Deneve

Le cerveau est sans cesse en train de faire des prédictions sur le futur, et beaucoup de tâches comportementales, telles que la mémoire de travail, la décision ou les intégrations sensorimotrices, nécessitent une dissociation entre les stimuli/action immédiate et leur représentations internes soutenues et dynamiques. On peut souvent formaliser ces tâches avec des équations différentielles, et se poser la question de comment les réseaux de neurones biologiques sont capable d'apprendre et d'implémenter ses systèmes dynamiques.

Nous avons récemment développé une approche qui pourrait permettre de résoudre ses questions. Elle démarre d'un objectif particulier (implémenter une décision entre deux choix, par exemple) et en dérive le réseau qui l'implémente de façon optimale, c'est-à-dire avec le minimum possible d'activité neurale. Ces réseaux expliquent de nombreuses expérimentales (balance entre excitation et inhibition, variabilité des réponses neurales, oscillations...)

Le projet peut prendre différentes directions. Pour un biologiste intéressé dans les neurosciences théoriques, on pourra implémenter le modèle, apprendre au réseau une tâche spécifique, et comparer les résultats avec les observations expérimentales. Par exemple on s'attend, pour une tâche de décisions, à voir à ce que le réseau développe des réponses de types « rampes » ou les neurones voient leur taux de décharge augmenter progressivement jusqu'au seuil de décision.

Pour un mathématicien/physicien intéressé dans les neurosciences, on pourra se concentrer sur les aspects plus mathématiques, par exemple le fait que le réseau fonctionne en forçant sa structure à avoir la même dimensionnalité que la tâche, une preuve de convergence, ou à étendre l'apprentissage à des équations différentielles non-linéaires.

DEC-12

1 place

“ Shadows : the latest on the best “

Roberto Casati, roberto.Casati@ens.fr

Il s'agit de compiler/compléter une bibliographie raisonnée (référence biblio + résumé) de ce qui a été publié sur la perception et la représentation de l'ombre après 2000 (et en particulier après 2010). Travail avec l'outil bibliographique Zotero.

Références bibliographiques

Cavanagh, P. [The artist as neuroscientist](#). Nature.

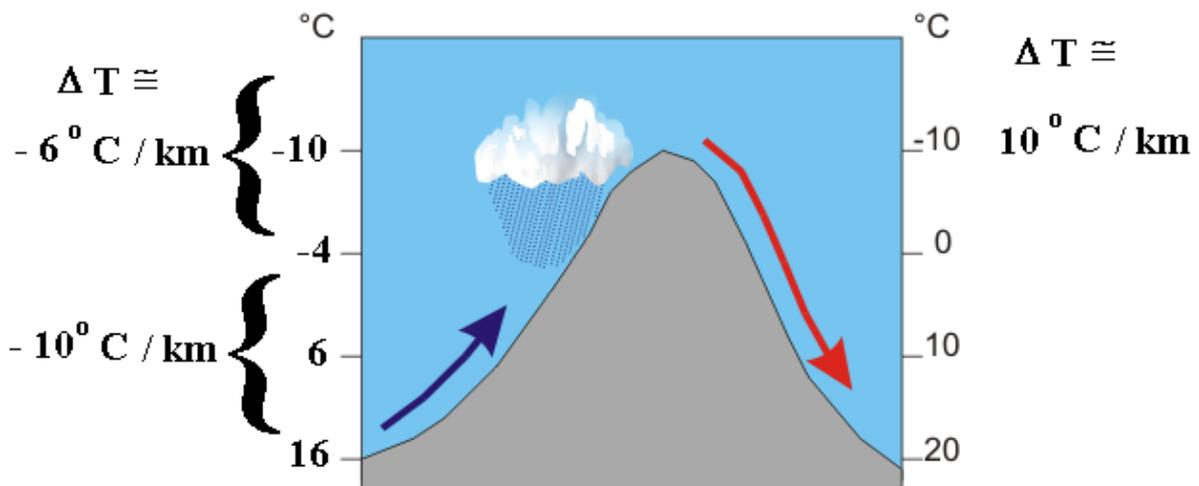


Effet de Foehn adiabatique

.....
François Lott, flott@lmd.ens.fr

Le **foehn** est à l'origine un vent sec et chaud de secteur sud qui souffle en général en automne et à la fin de l'hiver, début du printemps, sur le versant nord des Alpes en Suisse et en Autriche. Si on pense souvent que son origine est diabatique, lié à un apport de chaleur latente par les précipitations en amont des montagnes suivi d'une compression en aval (voir Figure), il peut aussi être produit par des effets purement dynamique et adiabatiques mis en évidence récemment au département des géosciences. Nous proposons de mettre à place le modèle conceptuel le plus simple rendant compte de cet effet de Foehn adiabatique.

.....



Bibliographie

F. Lott, 2015: [A new theory for downslope windstorms and trapped mountain waves](#), *Journal of the Atmospheric Sciences*, In press.

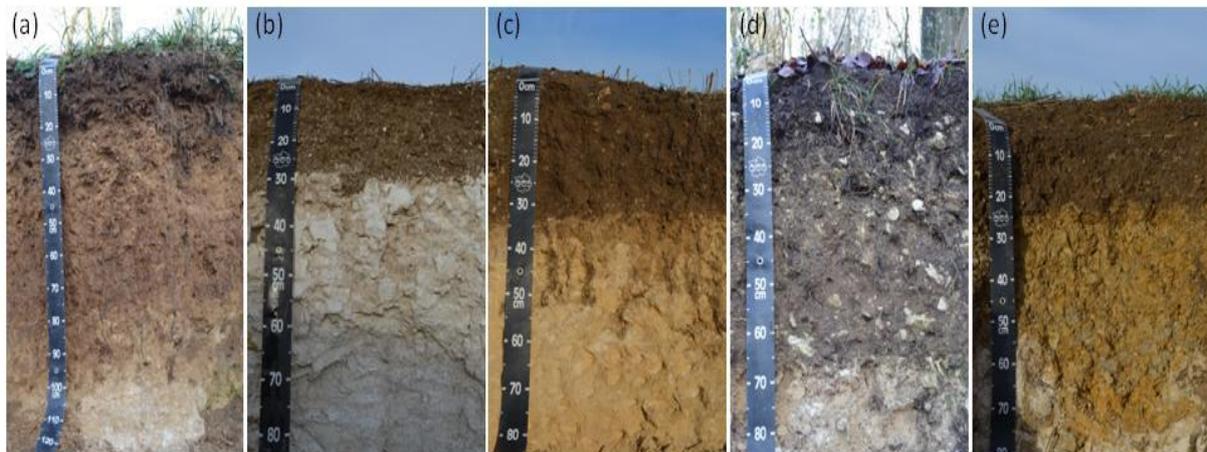
Les stocks de carbone des sols de France

.....
Pierre Barre, barre@geologie.ens.fr

Le sol est un réservoir de carbone (environ 1500 à 2400 GtC) deux à trois fois plus important que l'atmosphère, et les flux de C entre sol et atmosphère sont significatifs (environ ~ 60 GtC/an). Il a également été montré que des variations de stock de C organique des sols (COS) pouvaient influencer significativement les quantités de CO_2 atmosphérique sur des pas de temps de l'ordre de la décennie. La compréhension des échanges de C entre sol et

atmosphère est donc de première importance pour comprendre et prédire l'évolution des teneurs en CO₂ atmosphérique au XXI^e siècle.

Les stocks de C des sols sont déterminés par une série de facteurs environnementaux. Le travail consistera à contribuer à la mise en relation de bases de données géo-référencées (sol, topographie, climat, géologie, végétation) puis à déterminer les différents facteurs contrôlant les stocks de C du sol à l'échelle de la France.



GSC-03

2-3 places

Étude des volcans grâce à la géodésie GPS

.....
Damian Walwer, walwer@geologie.ens.fr

Le but de cet atelier est de présenter le GPS comme un moyen d'observation de processus volcaniques.

Les récepteurs GPS situés sur les volcans permettent la mesure de déformations associées à des processus volcaniques.

Lors de ce projet nous estimerons la profondeur de l'activité magmatique associée à des déformations du volcan Akutan situé en Alaska. Pour cela les étudiants auront à disposition un jeu de données simple, préalablement traité, représentant des déformations du volcan Akutan. Ils pourront alors comparer ces données à des déplacements calculés à l'aide d'un modèle de Mogi. Le modèle de Mogi permet de calculer des déformations associées à un point source situé dans un milieu élastique en profondeur. En faisant varier deux paramètres du modèle, la profondeur de la source et les changements de volumes associées, ils pourront estimer la profondeur de la source.

GSC-04

2-3 places

La formation des nuages

.....
Caroline Muller, muller@lmd.ens.fr

Fabio d'Andrea, dandrea@lmd.ens.fr

Dans ce projet, nous étudierons la formation des nuages. Divers facteurs environnementaux influencent le mouvement atmosphérique et la formation des nuages. Ceux-ci incluent la

température de surface et l'humidité, la stabilité atmosphérique, ou la dynamique à grande échelle. Notre but sera de caractériser qualitativement d'abord, et puis quantitativement, les conditions thermo-dynamiques et dynamiques qui peuvent provoquer des événements de forte convection et la formation de nuages. Nous utiliserons des outils numériques à haute résolution ainsi que des modèles idéalisés simples afin de comprendre théoriquement les processus physiques appropriés.

GSC-05

2-3 places

Imagerie acoustique des structures sous-marines

.....
Matthias Delescluse, Matthias.Delescluse@ens.fr

Ce projet a pour but de faire découvrir les différentes méthodes d'imagerie permettant de décrire les premiers kilomètres de l'écorce terrestre. Ces méthodes d'imagerie sont utiles pour la compréhension des structures et processus liés à la tectonique des plaques, au mélange des masses d'eau en océanographie, mais aussi pour l'industrie pétrolière.

La partie pratique de ce projet sera focalisée sur la sismique marine. A partir de vraies données acquises lors d'une campagne à la mer sur un bateau de recherche (avec projection vidéo de l'acquisition), on suivra en pratique les différentes étapes du traitement informatique nécessaire à l'obtention d'un profil de sismique réflexion. On discutera ensuite des images obtenues (sédimentation, failles), des limitations physiques de la méthode (profondeur vs résolution) et des conséquences pour les différents objectifs (imagerie haute résolution/structure profonde). L'interprétation géologique des profils de la campagne OWEN (limite de plaque Inde-Arabie) est également proposée.

GSC-06

2-3 places

Mécanique des tremblements de terre

.....
Aurélien Nicolas, nicolas@geologie.ens.fr

Le laboratoire permet de contrôler précisément les conditions appliquées sur les failles sismogéniques. Cependant, l'échelle d'étude reste plusieurs ordres de grandeur plus petite que la réalité. La question posée dans ce projet tutoré est donc : Est-il possible de reproduire des petits tremblements de terre en laboratoire ? La physique du phénomène est-elle similaire ? Un premier travail consistera en la compréhension du mécanisme physique, puis d'une application expérimentale.

DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE - DI

DI-01

2-3 places

Pavages de polyominos

Rémi Varloot, remi.varloot@ens.fr

Les polyominos sont des pièces géométriques telles que celles utilisées dans Tetris. On s'intéresse ici à certains problèmes de pavages à partir de familles de polyominos prédéfinies, tels que le pavage d'un rectangle par des pentaminos, le jeu Cathédrale, etc. Le but est de chercher des pavages admissibles de manière exhaustive, en implémentant l'algorithme X de Knuth avec des liens dansants (DLX).

DI-02

2-3 places

Model circuits with algebraic tools

David Pointcheval, david.pointcheval@ens.fr

Anca Nitulescu, anca.nitulescu@ens.fr

The class of problems NP-hard is already a myth in theoretical computer science. First natural NP problem to solve is circuit satisfiability (C-SAT). To verify C-SAT we use a smart representation of it as a set of algebraic constraints. An ingenious way of "translating" circuits is the Square Span Problem [2]. This remodels any circuit into a polynomial division problem.

The project purpose is to understand the existing techniques, then to search for new simpler ways of representing circuits.

Bibliography

[1] In Models of Computation: Exploring the Power of Computing, John Savage

http://cs.brown.edu/~jes/book/pdfs/ModelsOfComputation_Chapter2.pdf

[2] Square Span Programs with Applications to Succinct NIZK Arguments

George Danezis, Cédric Fournet, Jens Groth, and Markulf Kohlweiss

Advances in Cryptology - ASIACRYPT 2014, pages 532–550, 2014

<https://eprint.iacr.org/2014/718.pdf>

DI-03

2 places

OCaml versus Haskell – the Boyer-Moore case

François Bérenger, francois.berenger@inria.fr

Your mission, if you accept it, is to implement and benchmark the Boyer-Moore (fast) string searching algorithm. Here is an OCaml specification of the desired interface:

(* prepare the needle to use in subsequent fast searches *)

val compile: string -> t

(* find needle in haystack starting from offset; return -1 if not found *)

val find: ~offset:int -> ~needle:t -> ~haystack:string -> int

The project is for two students.

Either two cooperating students or two competing students.

In the cooperative case; the students will implement the algorithm in OCaml, optimize it and publish it as an OPAM package. Once they are done; they will have to do the same thing in Haskell using the `Data.ByteString` type (not `String`).

Then, a comparison between performances of the OCaml and Haskell implementations must be done. In the competitive setting: one student will work on the OCaml implementation while the other one will work on the Haskell implementation. Then, a comparison between performances of both implementations must be done.

Technical requirements: OCaml, Haskell, OPAM, git.

Reference: Boyer, R. S., & Moore, J. S. (1977). A fast string searching algorithm. *Communications of the ACM*, 20(10), 762-772.

DI-04

2 places

Jouer à 2048, est-ce difficile ?

Damien Vergnaud, damien.vergnaud@ens.fr

2048 est un jeu vidéo conçu par le développeur italien Gabriele Cirulli en mars 2014 et qui a fait l'objet d'un fort intérêt. Le jeu se joue sur une grille de 4×4 cases, avec des tuiles de couleurs et de valeurs variées (mais toujours des puissances de deux) qui peuvent être déplacées vers la gauche, la droite, le haut ou le bas. Si deux tuiles, ayant le même nombre, entrent en collision durant un mouvement, elles fusionnent en une nouvelle tuile de valeur double (par ex. : deux tuiles de valeur « 2 » donnent une tuile de valeur « 4 »). À chaque mouvement, une tuile portant un 2 ou un 4 apparaît dans une case vide de manière aléatoire. Le but du jeu est de faire glisser les tuiles pour créer une tuile portant le nombre 2048 (le joueur peut toutefois continuer à jouer après cet objectif atteint pour faire le meilleur score possible). Le jeu, simple au début, se complexifie de plus en plus, du fait du manque de place pour faire bouger les tuiles. L'objectif du projet sera dans un premier temps de comprendre la complexité calculatoire du jeu 2048 puis d'étudier celle de variantes de ce jeu.

DI-05

2 places

Logjam : une attaque contre les communications sécurisées

Damien Vergnaud, damien.vergnaud@ens.fr

Le protocole TLS/SSL est utilisé pour sécuriser les communications sur Internet notamment grâce à l'algorithme de Diffie-Hellman pour orchestrer de façon sécurisée l'échange de clés de chiffrement servant à rendre confidentiels les messages échangés. En 2015, une nouvelle vulnérabilité dans les implémentations TLS/SSL, baptisée Logjam, a été identifiée par un groupe de chercheurs travaillant pour l'Inria, Microsoft et plusieurs universités américaines. Logjam affecte les implémentations de l'algorithme de Diffie Hellman. Elle permet de forcer l'implantation à basculer sur un protocole de chiffrement plus faible et ainsi la mise en place d'attaque visant à intercepter les messages échangés entre deux interlocuteurs.

Lors de sa découverte, l'attaque Logjam affectait de nombreux logiciels et outils largement utilisés pour sécuriser les échanges sur Internet. Les chercheurs avaient annoncé que 8% des noms de domaine les plus fréquentés se révélaient vulnérables à ce type d'attaque et avaient

évoqué un parallèle avec les révélations sur la NSA et les affirmations des documents Snowden (laissant entendre que l'agence américaine aurait pu exploiter largement cette vulnérabilité pendant plusieurs années sans en informer la communauté). L'objectif du projet sera de comprendre et d'analyser les aspects informatiques et mathématiques de l'attaque Logjam.

DI-06

2 places

Des pièces sur un échiquier

Damien Vergnaud, damien.vergnaud@ens.fr

En 1981, le mathématicien Maxim Kontsevich a proposé un puzzle utilisant des pièces de monnaie placées sur un échiquier. Le jeu commence avec une ou plusieurs pièces placées près de la case située en bas à gauche de l'échiquier (que, suivant l'usage aux échecs, nous appellerons case a1). Le seul mouvement possible de ce jeu est le suivant : si une case (disons b4) contient une pièce et si les cases situées immédiatement à droite et au dessus sont libres (dans ce cas les cases c4 et b5), alors la pièce peut être retirée et deux pièces sont ajoutées sur ces deux cases adjacentes. L'échiquier peut être limité à l'échiquier classique 8x8, être de taille finie arbitraire $m \times n$, ou même être infini vers la droite ou vers le haut. Le puzzle est de décider, étant donnés une configuration initiale de pièces sur l'échiquier et un ensemble de cases appelé « prison », si il existe un ensemble de mouvements partant de la configuration à l'issue desquels la prison ne contient pas de pièce. L'objectif du projet sera d'analyser les aspects mathématiques de ce puzzle et d'en comprendre la complexité calculatoire (avant d'étudier celle de variantes de ce jeu).

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES – DMA

Responsable : Bastien Mallein, bastien.mallein@ens.fr

Toute question générale sur les projets est à adresser à Bastien Mallein. Pour un projet spécifique, adressez-vous à son auteur (les adresses électroniques sont données ci-dessous).

DMA-01

5 places

Distance de Gromov-Wasserstein, théorie et applications

Gabriel Peyre, gabriel.peyre@ceremade.dauphine.fr

La distance de Gromov-Wasserstein [1] permet de munir l'ensemble des espaces métriques mesurés d'une structure d'espace métrique. Cette notion a un intérêt théorique important : étudier la convergence d'une suite d'espaces métriques, calculer des géodésiques entre espaces métriques, définir des flots gradients sur l'espace des espaces métriques [2]. Elle a aussi de nombreuses applications, par exemple pour apparier des surfaces ou des images [3], ainsi que pour calculer des moyennes entre des formes [4]. On pourra donc dans ce projet se frotter à la fois à la théorie de cette structure sur l'espace des espaces, mais aussi si on le souhaite faire du numérique, et appliquer par exemple la méthode à des problèmes en chimie quantique [5].

Références bibliographiques

- [1] F. Memoli. Gromov–Wasserstein distances and the metric approach to object matching. *Foundations of Comp. Math.* 11, 4, 417–487, 2011. <http://goo.gl/LmLcoH>
- [2] K.-T. Sturm. The space of spaces: curvature bounds and gradient flows on the space of metric measure spaces. Preprint arXiv:1208.0434, 2012. <https://arxiv.org/abs/1208.0434>
- [3] J. Solomon, G. Peyré, V. Kim, and S. Sra. Entropic metric alignment for correspondence problems. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 35(4), 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01305808>
- [4] G. Peyré, M. Cuturi, J. Solomon. Gromov-Wasserstein Averaging of Kernel and Distance Matrices. In *Proc. ICML'16*, 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01322992>
- [5] M. Rupp, A. Tkatchenko, K.-R. Muller, and O. A. Von Lilienfeld. Fast and accurate modeling of molecular atomization energies with machine learning. *Physical review letters*, 108(5):058301, 2012.

DMA-02

3 places

Les mots de Sturm

Maxence Novel, novel@dma.ens.fr ; bureau C15

Les mots de Sturm sont des mots infinis sur l'alphabet $\{0,1\}$ qui possèdent exactement $n+1$ sous-mots de longueur n pour tout n . Ces mots peuvent en réalité être décrits explicitement sous forme arithmétique, établissant un pont entre combinatoire, théorie des nombres et systèmes dynamiques symboliques. On se propose dans ce projet d'étudier les propriétés de ces mots et d'explicitier (et éventuellement programmer) un moyen de les construire.

Références bibliographiques

- M. Lothaire. *Algebraic combinatorics on words*. Encyclopedia of Mathematics and its applications 90, Cambridge University Press (2002).

Le groupe de Whitehead d'un anneau

Olivier Debarre, olivier.debarre@ens.fr ; bureau 13 Espace Cartan

Toute matrice carrée à coefficients dans un corps K et de déterminant 1 peut être transformée en la matrice identité par opérations élémentaires. Cela reste vrai si on remplace le corps K par l'anneau des entiers, mais pas pour un anneau commutatif quelconque A . On définira et on étudiera quelques exemples du groupe de Whitehead $K_1(A)$, qui mesure les obstructions à cette propriété des matrices à coefficients dans A .

Références bibliographiques

Sections I.7, I.8, I.9 de T.Y. Lam, Serre's problem on projective modules, Springer (2006)

Assemblages hyperstatiques

Bertrand Maury, Bertrand.Maury@math.u-psud.fr

On considère une collection de N disques de même rayon assujettis à ne pas se chevaucher. On parle de configuration hyperstatique lorsque le nombre de contacts dépasse strictement le nombre de degrés de liberté ($= 2 \times N$). De tels assemblages présentent des propriétés pathologiques qui ont des conséquences notamment dans la modélisation de mouvements de foules (impossibilité de définir précisément les forces d'interaction entre individus).

La première étape de ce projet consiste à identifier les plus petits assemblages hyperstatiques, et, pour un nombre de disques donné, estimer le degré d'hyperstaticité maximal possible.

Extensions possibles: généraliser en dimension $d > 2$, considérer des boules de tailles différentes, des objets de forme non sphérique, étude de généricité des configurations hyperstatique "dans la nature".

Références bibliographiques

A discuter avec l'encadrant en fonction de la direction prise par le projet.

Spiromètre

Bertrand Maury et Benoît Semin

Contact : Bertrand.Maury@math.u-psud.fr

Un spiromètre est un appareil destiné à mesurer un débit d'air inspiré ou expiré.

Il en existe une version très rustique (que l'on trouve sur internet pour une dizaine d'euros), dont un exemplaire sera mis à la disposition d'éventuels élèves souhaitant travailler sur ce sujet. L'instrument est basé sur le mouvement de petites balles pesantes qui montent et descendent dans des tubes verticaux, conditionnellement au débit d'air insufflé dans un embout. Ce projet consiste à modéliser le dispositif, de façon à comprendre qualitativement, voire quantitativement, comment il fonctionne.

Références bibliographiques

A discuter avec l'encadrant en fonction des connaissances préalables du groupe en mécanique des fluides. Il est envisageable que ce sujet soit traité par des élèves (motivés) n'ayant pas de bases en mécanique de fluides et souhaitant en acquérir.

Étude numérique du système de Lorenz

Emmanuel Dormy, dormy@dma.ens.fr ; bureau C12

Le système de trois équations différentielles couplées introduit par Lorenz en 1963 est encore aujourd'hui l'un des prototypes de système dynamique chaotique. Pour certaines valeurs des paramètres, les orbites dépendent fortement des conditions initiales, ce que l'on appelle parfois "l'effet papillon". On se propose d'intégrer numériquement des trajectoires de ce système, puis de se poser la question du sens de ces solutions approchées. Sous quelles conditions offrent-elles une bonne approximation de celles du système continu ?

Le théorème de Monsky

Diego Izquierdo, diego.izquierdo@ens.fr ; bureau T12

Peut-on découper un carré en un nombre impair de triangles de même aire? Cette question, posée par Fred Richman en 1965, a été résolue par Paul Monsky en 1970. Pour la résoudre, il est nécessaire de combiner arguments combinatoires et algébriques.

Références bibliographiques

Monsky, P. "On Dividing a Square into Triangles". The American Mathematical Monthly 77 (2): 161–164, 1970.

Empilements apolloniens de cercles

Diego Izquierdo, diego.izquierdo@ens.fr ; bureau T12

On s'intéresse ici aux propriétés arithmétiques de certains objets fractals obtenus en construisant une infinité de cercles tangents, à savoir les empilements apolloniens de cercles.

Références bibliographiques

Integral Apollonian Packing, American Mathematical Monthly, Vol. 118, 4, 291-306 (2011).

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Responsable : Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr

Toute question générale sur les projets est à adresser à Frédéric Chevy. Pour un projet spécifique, adressez-vous à son auteur (les adresses électroniques sont données ci-dessous). Depuis trois ans, le département de physique de l'ENS participe à l'*International Physicists' Tournament*, un tournoi international de physique opposant des équipes d'étudiants venues de toute la planète (<http://2016.iptnet.info/>). Dans le cadre des projets de rentrée de l'ENS, le département de physique vous propose de travailler sur les projets de la session 2017. Ceux d'entre vous qui le souhaiteraient pourront ensuite continuer la préparation au cours de l'année et participer à la sélection nationale et éventuellement à la compétition internationale.

PHY-01

4 places

Trop d'aimants

Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr, arnaud.raoux@ens.fr

Combien une surface d'aire donnée peut-elle contenir d'aimants avant que la structure ne s'effondre sur elle-même et que les aimants ne s'accrochent les uns aux autres ? Déterminer les paramètres optimisant la densité surfacique d'aimants.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=sWoQDzyonFA>

PHY-02

4 places

Planeur manuel

Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr, arnaud.raoux@ens.fr

Il est possible de réaliser un petit planeur en papier que l'on dirige en plaçant sa main en dessous (cf vidéo). Expliquer la physique du phénomène et préciser les paramètres optimaux pour un meilleur contrôle du planeur.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=LGZN1-diDjU>

PHY-03

4 places

Aurores boréales

Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr, arnaud.raoux@ens.fr

Construire un dispositif expérimental simulant une aurore boréale en laboratoire. Décrire la théorie sous-tendant cette expérience et donner les limites conditionnant la taille de votre dispositif.

Chaîne baladeuse

Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr, arnaud.raoux@ens.fr

Si on tape une chaîne tournant autour d'un axe horizontal, celle-ci peut se mettre à marcher sur une courte distance (cf vidéo ci-dessous). Expliquer ce phénomène et étudier les paramètres physiques conditionnant la distance parcourue.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=1oyp9AMmKpQ>

Arbres plans

Frédéric Chevy, chevy@lkb.ens.fr, arnaud.raoux@ens.fr

Certains liquides ne s'écoulent pas librement le long des parois d'un récipient mais forme des structures arborescentes (cf. photo). Quelles sont les caractéristiques requises pour qu'un liquide se comporte de la sorte ? Expliquer quels paramètres affectent la forme et les dimensions de ces structures.



CERES

Responsable : David Claessen, david.claessen@ens.fr

CER-01

4 places

La désimpermeabilisation des sols

Emeline Comby, emeline.comby@ens-lyon.fr

« Osons désimpermeabiliser les sols ! ». Cet intitulé de journées techniques organisées par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse met l'accent sur une nouvelle pratique de gestion de l'espace : la désimpermeabilisation.

Ce projet vise : i) à étudier la littérature grise et scientifique sur les désimpermeabilisations des sols afin de mieux cerner les acteurs impliqués, les aménagements choisis et la pluralité des objectifs affichés, ii) à mieux comprendre comment différentes techniques de gestion de l'eau pluviale sont mises en œuvre en analysant leurs impacts, notamment sur l'eau, les sols ou la flore, et iii) à questionner la pertinence de certains indicateurs choisis pour soutenir cette démarche (par exemple l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse fixe 1,5 m² désimpermeabilisé pour 1 m² bétonné dans son schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux).

Pré-requis : aucun