

Introduction au Laboratoire de Physique III

Alessandro Bravar
(Alessandro.Bravar@unige.ch)

<http://dpnc.unige.ch/tp/>

14 Septembre 2020



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES

Règles d'hygiène

CORONAVIRUS

Entrée en vigueur le 24 août 2020 / Coming into force on 24 August 2020

Masque OBLIGATOIRE dans les bâtiments universitaires

Si la distance sociale de 1,5 mètre ne peut pas être respectée

Face mask COMPULSORY in university buildings

If social distancing of 1,5 meters can't be maintained



Merci de respecter les règles d'hygiène et de comportement
*Thanks for respecting the recommendations
in terms of personal hygiene and social behavior*

CORONAVIRUS MESURES DE PROTECTION

Entrée en vigueur le 24 août 2020
Coming into force on 24 August 2020



Portez un masque si la distance sociale ne peut pas être respectée

Wear a face mask
if social distancing can't be maintained.



Maintenez une distance sociale de 1,5 mètre

Maintain a social distancing of 1,5 meters.



Lavez-vous régulièrement les mains; tousez ou éternuez dans un mouchoir ou dans le creux du coude; évitez les poignées de main

Wash your hands regularly; cough and sneeze into a tissue or into the crook of your arm; avoid shaking hands.



Désinfectez les surfaces de travail

Disinfect the work places.



En cas de symptômes, restez à la maison et faites-vous tester. Suivez les prescriptions des autorités sanitaires

If you experience symptoms, stay at home and get tested. Follow the prescriptions of the health authorities.

Laboratoires proposés

4 domaines proposés :

- Astronomie et Astrophysique (M. Audard)
- Physique de la Matière Quantique (E. Giannini)
- Physique des Particules (A. Bravar)
- Physique Appliquée (R. Thew)

Vous devez choisir **trois domaines** expérimentaux **parmi ces quatre** proposés.

Obligatoire, 14 crédits ETCS !

Organisation

L'année est divisée en trois périodes de 8 ou 9 séances chacune :

1^{ère} période: 21 sept. 2019 → 16 nov. 2020 (9 lundis)

2^{ème} période: 23 nov. 2019 → 14 déc. 2020 (4 lundis)
22 fév. 2021 → 22 mars 2021 (5 lundis, total 9 lundis)

3^{ème} période: 29 mars 2021 → 31 mai 2021 (8 lundis)
(sauf le 05/04 et 24/05)

On doit choisir trois domaines et mener à bien trois projets expérimentaux (avec **l'appui d'assistants**), parmi les quatre proposés.

On peut travailler seul ou à deux, selon le projet choisi.

En cas des problèmes il faut s'adresser le plus tôt possible au responsable du laboratoire ou à moi !

Disponibilité

période	I 21/09 – 16/11	II 23/11 – 22/03	III 29/03 – 31/05
Astronomie et Astrophysique	7	7	7
Matière Quantique	8	7	7
Physique Appliquée	9	5 ou 7	7 ou 5
Physique des Particules	8	8	8

La répartition entre les différents laboratoires sera fait selon le nombre des projets disponibles et de manière équilibré : s'il y trop de demande pour un laboratoire, on vous demandera de changer de laboratoire.

Evaluation

La note finale est donnée par la moyenne des trois notes obtenues dans chaque module.

La note de chaque module est déterminée par le **travail effectué** dans le laboratoire et le **rapport écrit** rendu à la fin de chaque laboratoire.

Le rapport doit être rendu dans un délai maximal de deux mois :

1^{ère} période fin janvier 2021

2^{ème} période fin mai 2021

3^{ème} période fin juillet 2021

Vous pouvez demander de l'aide aux assistants pendant la préparation du rapport, mais seulement bien avant l'échéance.

Les rapports font partie intégrante du laboratoire :

il ne suffit pas d'effectuer des mesures, analyser les données, etc. ;

il faut aussi apprendre à résumer le travail, présenter les résultats obtenus, discuter leurs significat, etc.

A la fin de l'année vous avez la possibilité d'évaluer le cours via un questionnaire en ligne.

Obligatoire, **14 crédits ETCS !**

Le laboratoire apporte **14 crédits**, c.-à-d. ~1/4 de crédits de la 3ème année, donc **il s'agit d'un travail important.**

Il faut s'inscrire au cours.

La note finale **est donnée par la moyenne des trois notes obtenues dans chaque module.**

La note finale sera disponible vers la fin août / début septembre, après que vous aurez rendu le dernier rapport puis le temps pour le corriger. Si vous avez besoin de la note plus tôt (p.ex. Erasmus, continuer les études ailleurs, etc.), il faut le signaler à l'avance et on fera le possible.



Astronomie et Astrophysique

Marc Audard

Marc.Audard@unige.ch

[7 / 7 / 7 étudiants]



Philosophie :

- Les sujets en astronomie sont proposés par les chercheurs et correspondent à des mini-projets de recherche en raison des lundis disponibles
- Le TP d'astronomie vous offre la possibilité de connaître la recherche actuelle en astronomie

Lieu :

- Observatoire de Genève ou Ecogia (+Locarno)
- Accès par train et bus ou voiture

Sujets :

- Différents thèmes de recherche reliés à ceux disponibles à l'ObsGE ou Ecogia (et Locarno). Chaque étudiant fait seul un TP.
- Exoplanètes
- Formation stellaire
- Astrophysique numérique
- Evolution stellaire
- Photométrie
- Physique des galaxies et Univers profond
- Astrophysique des objets compacts
- Physique solaire (@ IRSOL, Tessin)

Physique de la Matière Quantique (DQMP)

Enrico Giannini

Enrico.Giannini@unige.ch

[8 / 7 / 7 étudiants]

La matière condensée : interaction de $\sim 10^{23}$ atomes ou molécules, gouvernée par les lois de la mécanique quantique, sous l'effet de diverses variables externes (température, pression, champs électromagnétiques...)

Les excitations fondamentales des constituants la matière condensée donnent naissance à une variété de «nouveaux» états, dont l'intérêt est à la fois fondamental et appliqué :

- supraconductivité
- magnétisme
- ferroélectricité – piezoélectricité
- multiferroïcité
- ordre de densité des charges
- ondes de spin
- états topologiques

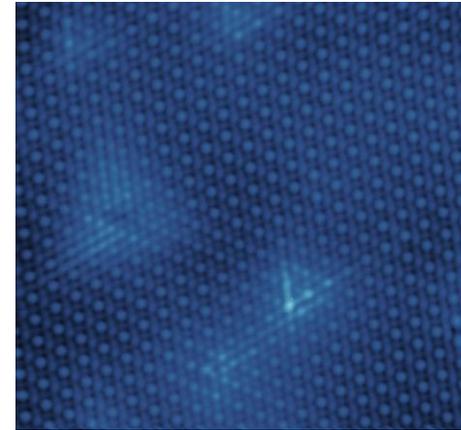
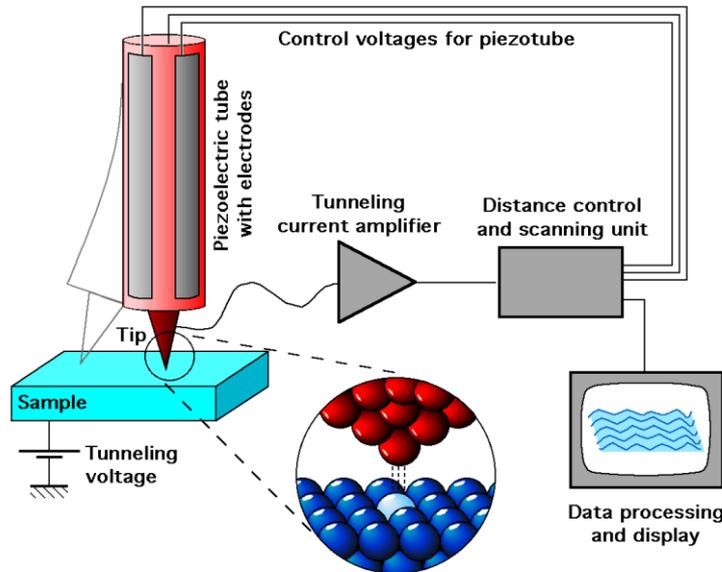
Les expériences effectuées dans ces TP permettent d'aborder les thèmes d'actualité en physique de la matière quantique.

- Sujet des TP liés au sujets de recherche actuels
- Laboratoires de recherches des divers groupes du DQMP
- Encadrement individuel

Le sujets des TP :

- La microscopie et la spectroscopie à effet tunnel
- La diffraction des rayons X pour étudier la structure et les propriétés électroniques des matériaux
- Les propriétés électroniques des matériaux semiconducteurs de nouvelle génération
- La supraconductivité appliquée
- Les nouveaux matériaux pour la production d'énergie
- La synthèse de nouveaux matériaux et la cristallogenèse
- Les propriétés topologiques de la matière

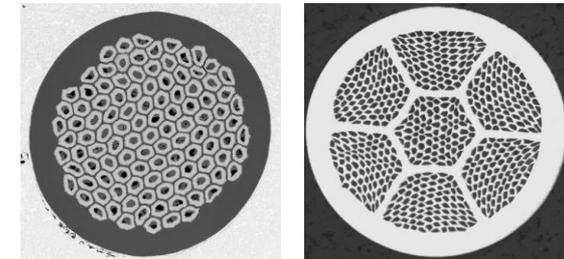
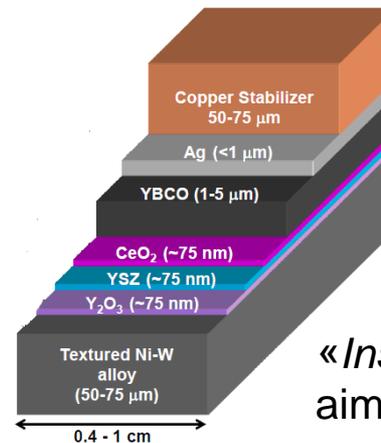
Introduction à la microscopie à effet tunnel :



Résolution atomique montrant l'onde densité de charge dans $TiSe_2$ à $T < 200K$

La supraconductivité appliquée :

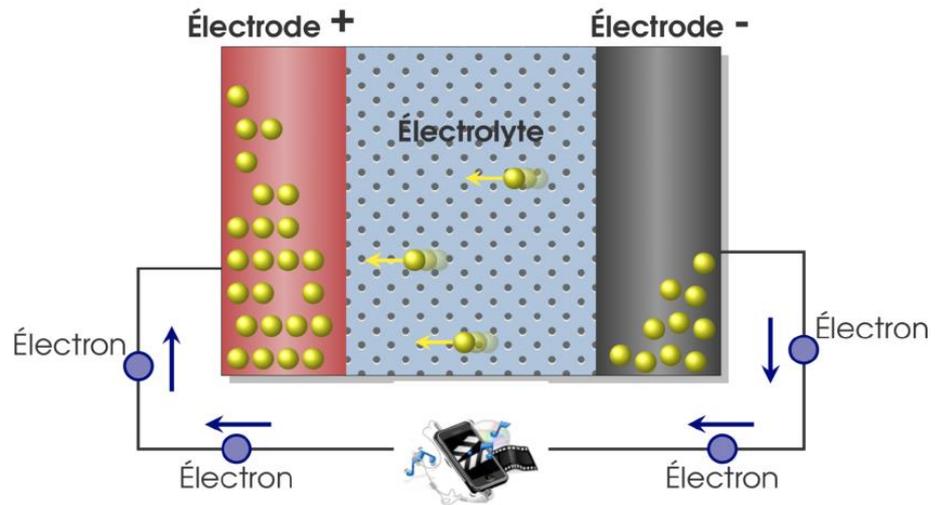
Etude de l'effet des champs magnétiques (jusqu'à **25 T**) sur le courant transporté par un câble supraconducteurs



«Insert-coil» de $YBa_2Cu_3O_7$ dans aimant de Nb_3Sn : 25 T, record européen de champs magnétique!

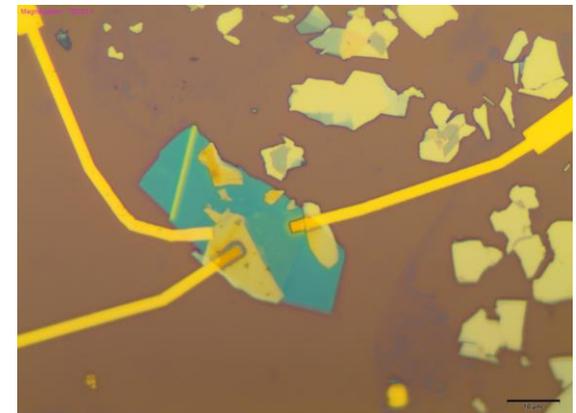
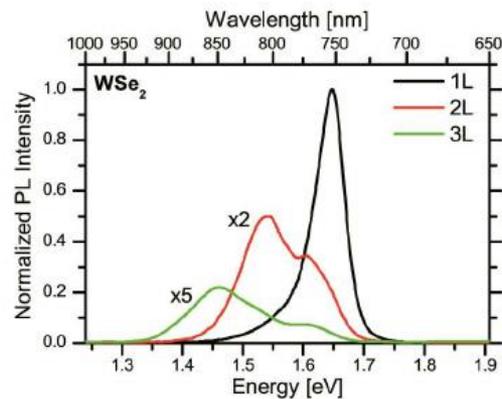
❑ Matériaux pour le stockage d'énergie :

Les batteries au Sodium pourraient prochainement remplacer celles au Lithium, avec des meilleures performances, des coûts réduits et une sécurité accrue. Il faut trouver les bons matériaux pour les réaliser.



❑ Propriétés opto-électroniques des nanomatériaux :

La photoluminescence augmente énormément dans certains matériaux lorsque l'épaisseur de l'échantillon devient monoatomique:



□ Thèmes des expériences TP3 2020-2021:

- La microscopie à effet tunnel
- Transitions de phase dans les oxydes complexes
- Propriétés des matériaux bidimensionnels et nano-structurés
- Propriétés optiques de la matière et «antennes optiques»
- Supraconductivité appliquée
- Batteries à électrolyte solide
- Matériaux ferroélectriques organiques
- Physique computationnelle et modélisation en matière quantique

Physique des Particules (DPNC)

Alessandro Bravar

Alessandro.Bravar@unige.ch

[8 / 8 / 8 étudiants]

Le Laboratoire de Physique des Particules

Expériences classiques de la physique nucléaire et des particules, qui ont marqué le développement de la physique subatomique pendant les premières ~60 années du siècle passé, mais *avec des détecteurs et des appareillages modernes* (i.e. les mêmes que nous utilisons p. ex. au CERN).

On peut travailler seul ou à deux, avec l'appui constant d'un assistant.

Familiarisation avec une expérience de physique de particules :

- Différentes techniques de détections des particules élémentaires avec détecteurs à semi-conducteurs ou détecteurs à scintillation
- Mise en route d'un appareillage simple mais complet
- Familiarisation avec différents dispositifs électroniques
- Calibration d'un détecteur
- Acquisition des données par ordinateur
- Analyse des données par ordinateur
- Programmation (logiciel ROOT en C++)

Expériences

Différents projets sont proposés :

Expérience de Rutherford - 1911
structure de l'atome

Mesure du temps de vie des muons - 1947
interactions faibles

Diffusion Compton - 1923
le photon est un corpuscule

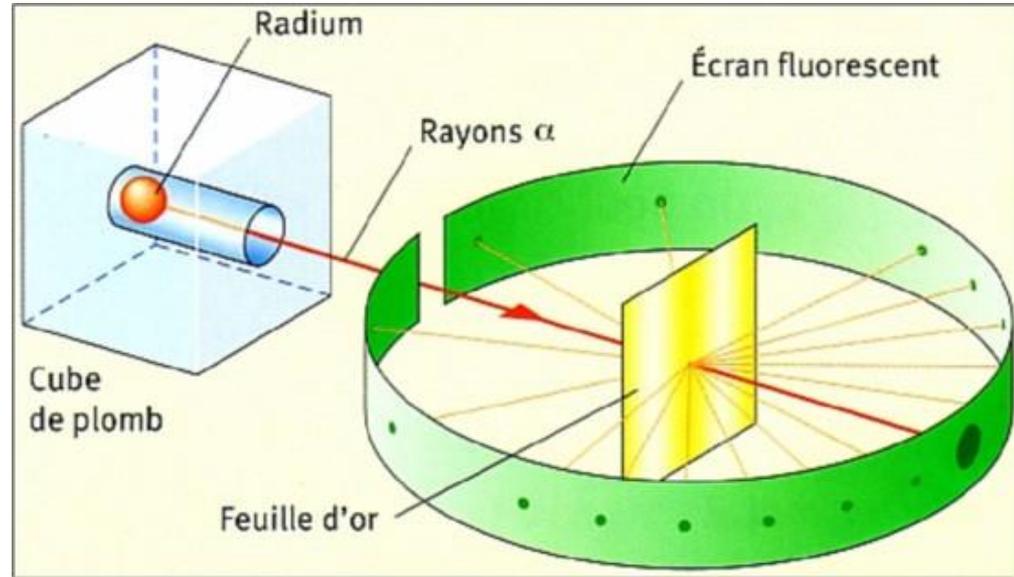
Mesure du flux de rayons cosmiques - 1912
nous sommes exposés en continuation au rayons cosmiques

Désintégrations nucléaires et Spectroscopie α , β et γ – début XX^{ème} siècle
structure et transitions nucléaires

Photo-détection avec détecteurs à silicium

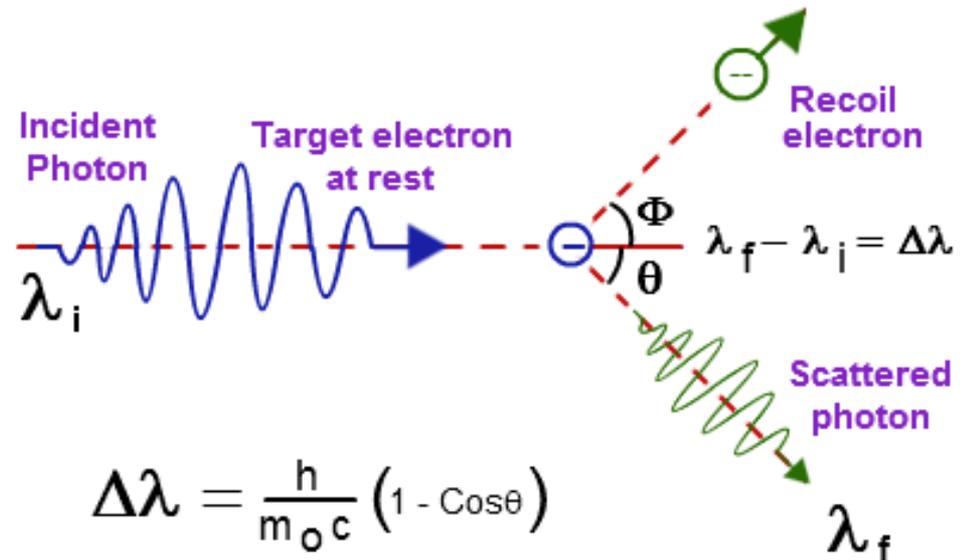
Expérience de Rutherford (1911)

structure de l'atome
découverte du noyau



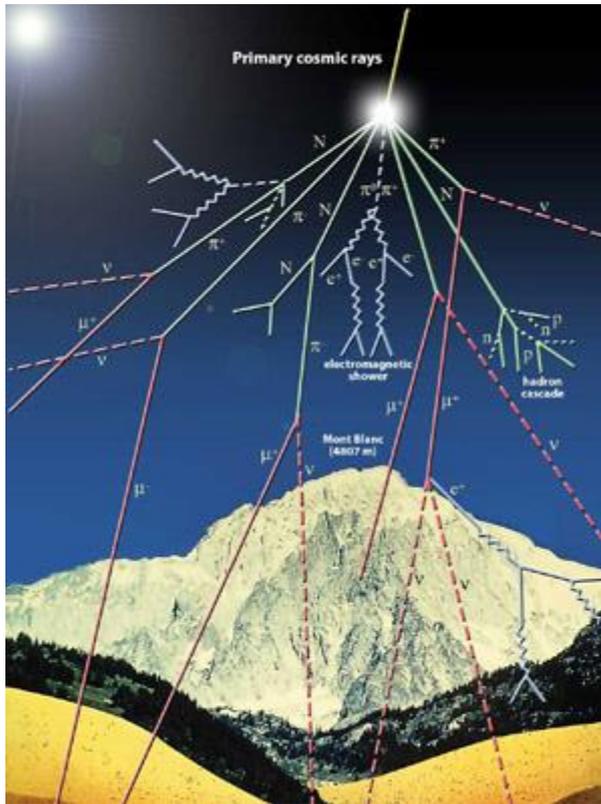
Diffusion Compton (1923)

le photon est un corpuscule



Mesure du flux de rayons cosmiques (1912)

flux et direction de rayons cosmiques



Mesure du temps de vie des muons (1947)

temps de vie d'une particule élémentaire
interactions faibles

Spectroscopie α , β et γ

structure nucléaires
transitions nucléaires

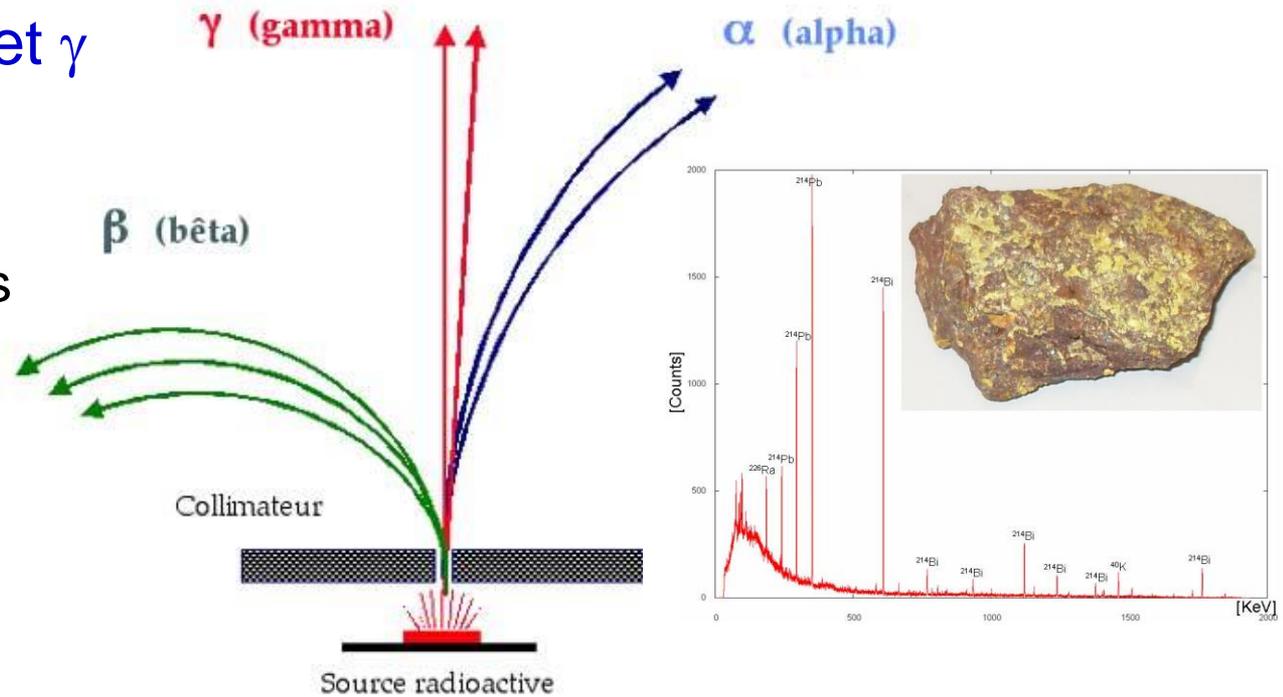
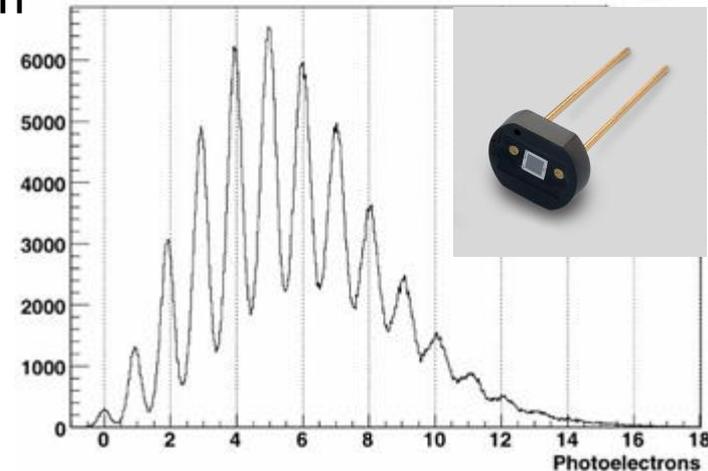


Photo-détection avec de détecteurs à silicium

caractérisation d'un photo-détecteur à silicium
génération et propagation de la lumière dans une fibre scintillante



Sources Radioactives



Nous travaillons dans un laboratoire de physique nucléaire et nous utilisons de sources radioactives pour effectuer nos mesures.

Certaines sources sont déjà installées, des autres sont utilisées selon les besoins. Toutes les sources sont blindées ou scellées par une couche de protection pour éviter toute exposition ou contact avec les substances radioactives. Il faut donc **éviter de les endommager** par des actions mécaniques inconsidérées.

Avant d'accéder au laboratoire, vous recevrez une formation de base sur les radiations, la radioactivité, les effets biologiques, les risques, les précautions à prendre, comment se protéger, comment manipuler une source radioactive, etc.

⇒ Règles / comportement à adopter dans le laboratoire.

Il faut se protéger des radiations et non pas les craindre !

Durant ces dernières années (> 10) les doses reçues par les étudiants dans le laboratoire ne se sont pas écartées significativement du bruit de fond (0.05 – 0.1 mSv). **Personne n'a pas été irradiée ou contaminée par nos sources**

Physique Appliquée (GAP)

Robert Thew

Robert.Thew@unige.ch

[9 / 5(7) / 7(5) étudiants]

(Département)

Groupe de Physique Appliquée (GAP) → Thématiques diverses

Le but de ces TPs est d'avoir la possibilité de connaître mieux la recherche actuelle dans les différents groupes aux GAP.

Quantum Technologies

Quantum Repeaters & Memories

Biophotonic

Nonlinear Physics & Climate

Quantum Technologies

TP3: Chiralité des molécules [2xP1] A distance!

Comprendre l'effet de chiralité des molécules sur la polarisation de lumière.

Monter une expérience à la maison ...

Mesure la concentration des molécules (sucre) dans une solution.

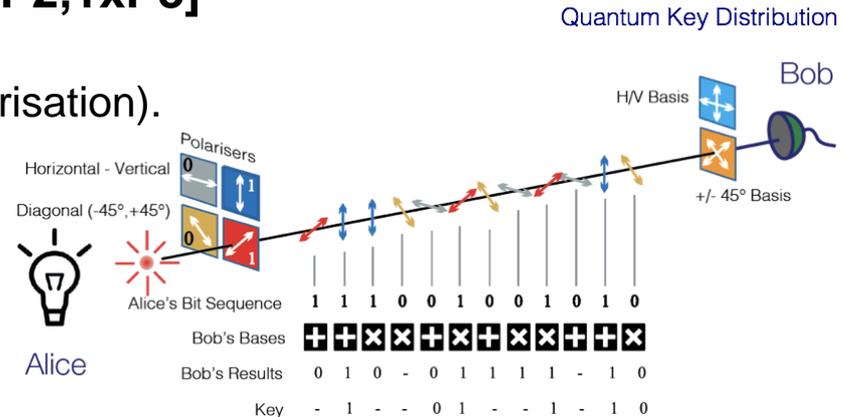
Optique, Electronique, Informatique

TP3: Quantum Key Distribution (QKD) [1xP2,1xP3]

Développer et tester un système de QKD (en polarisation).

But – Développer un démonstrateur

Optique, Electronique, Informatique



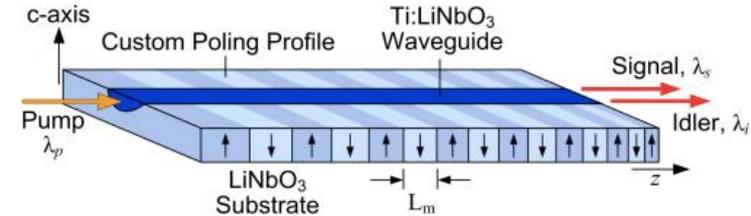
Quantum Technologies

TP3: Entangled Photon Pairs [1-2XP1] A distance!

Théorie de génération de paires de photons

Comprendre et analyser une expérience récente de notre groupe

Traitement de vraies données.

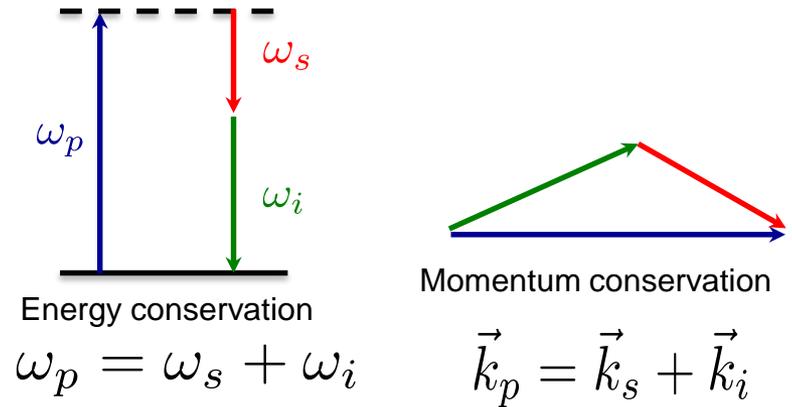


TP3: Entangled Photon Pairs [1xP2, 1xP3]

Développer et tester une source de paire de photons intriqués et étudier leurs caractéristiques.

But – Développer un démonstrateur

Optique, Electronique, Informatique

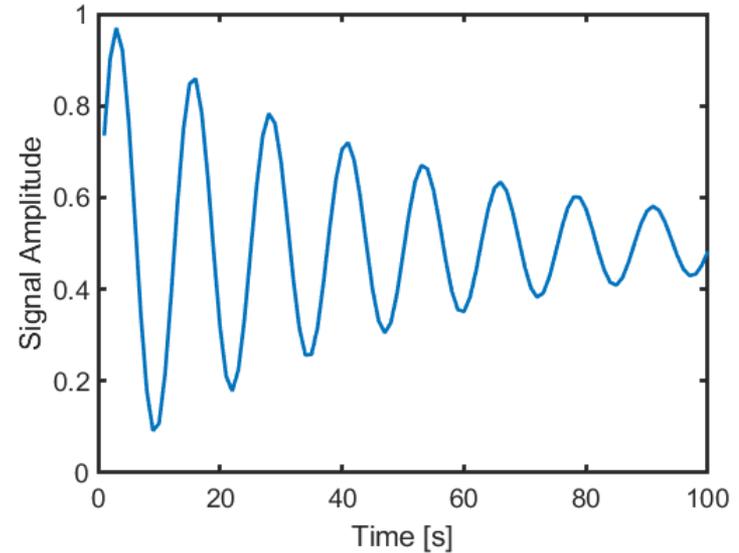


Quantum Repeaters & Memories

TP3: Saturated Absorption Spectroscopy [2xP1]

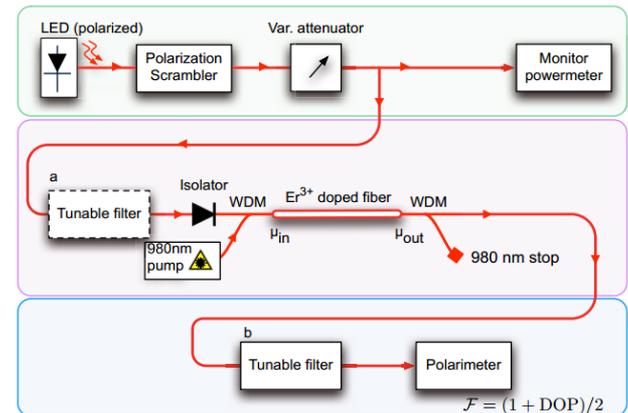
A distance!

Simulation of two level quantum systems. This includes Rabi oscillations coherence and population decays in a inhomogeneous system and simulations of complete coherence experiments.



TP3: Quantum cloning: Radiometry on a small scale [1xP2,1xP3]

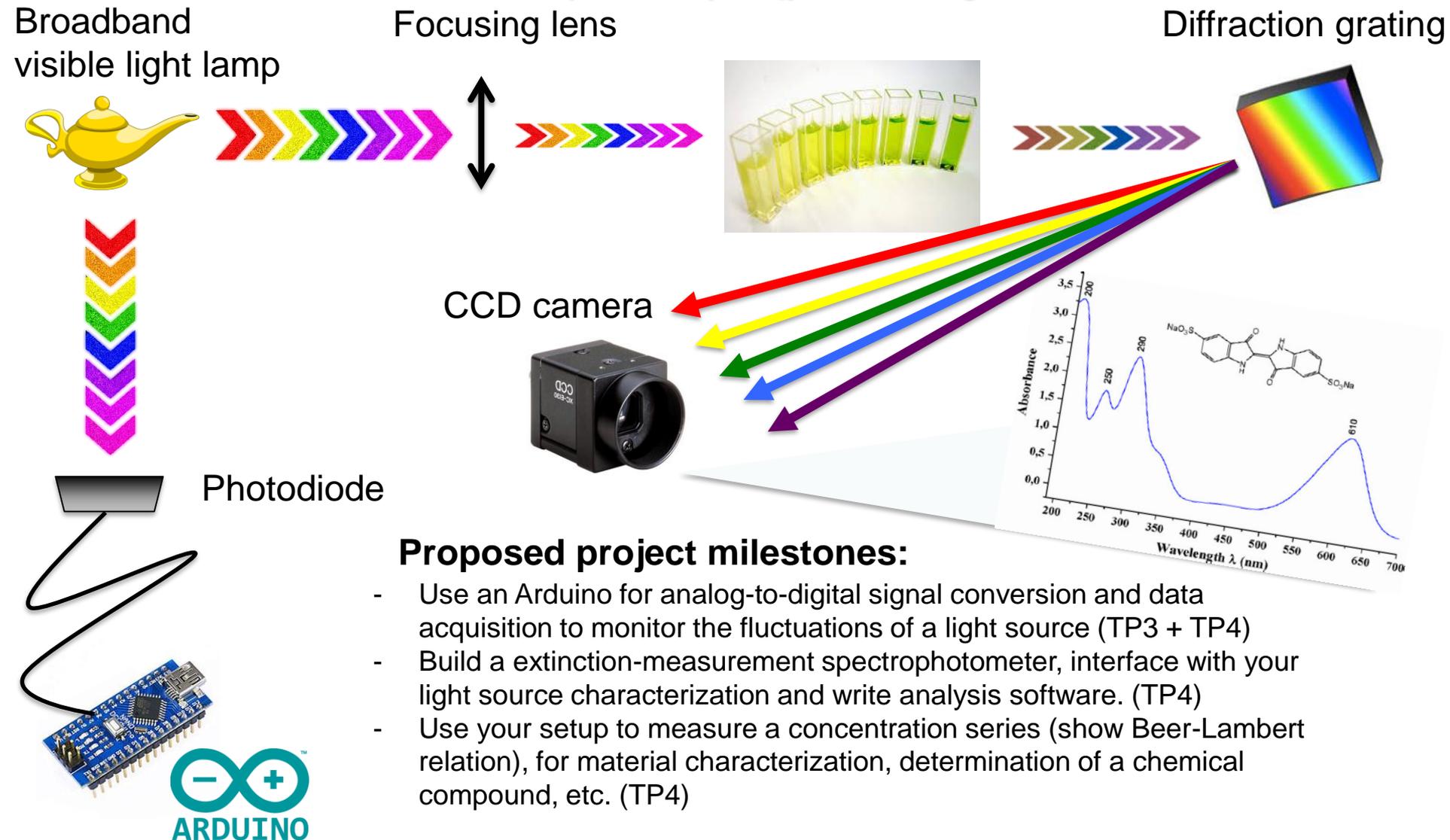
L'objectif est de mieux comprendre la transition entre les régimes quantiques et classique. Cette expérience attache un mesure de l'intensité lumineuse directement à une loi fondamentale de la physique quantique : «Le théorème d'Impossibilité du clonage quantique». Interaction lumière matière. Physique atomique. Amplificateur en fibre optique.



Biophotonique

A distance! TP3(P1)/TP4

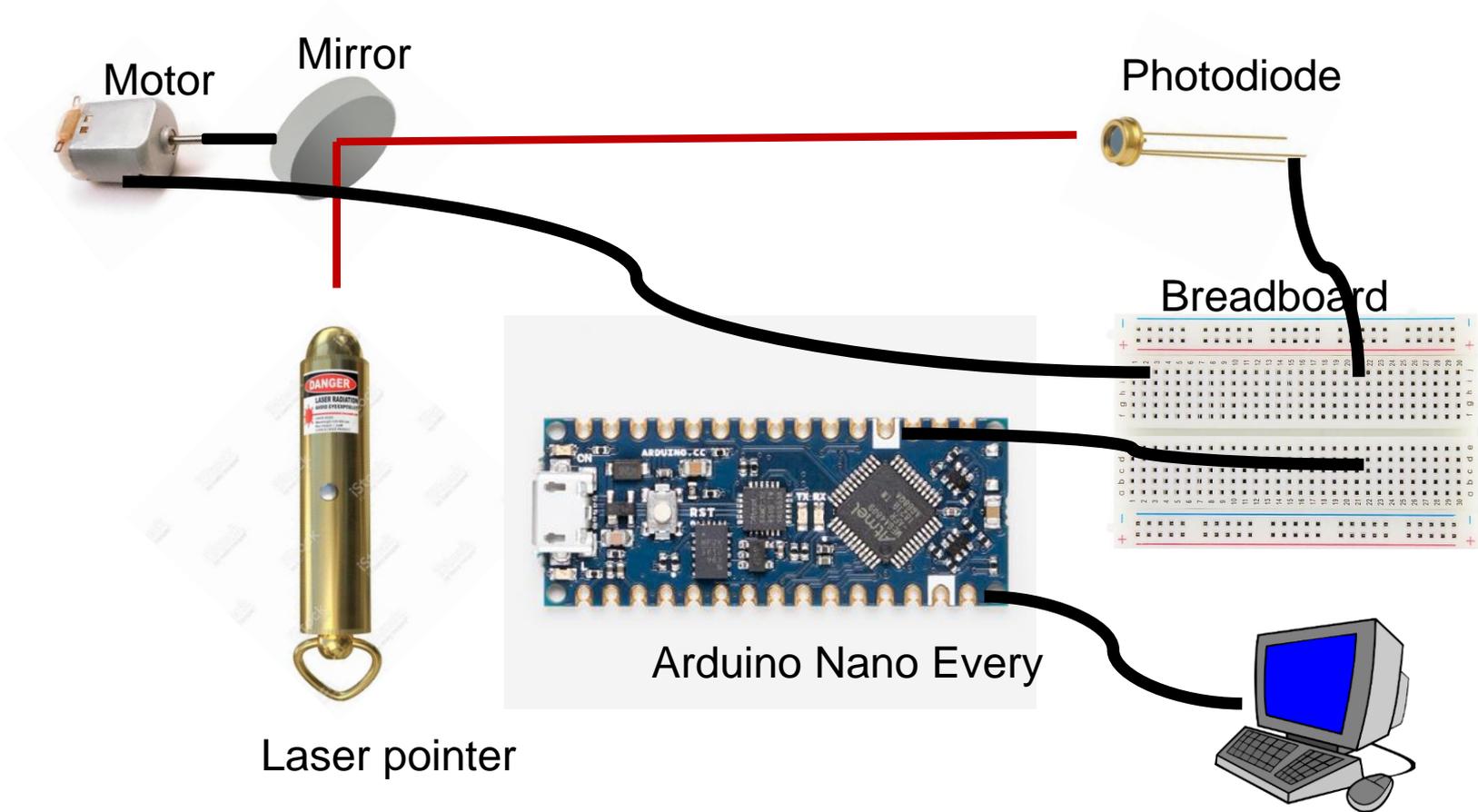
Building a visible spectrum extinction spectrophotometer
Automation and data acquisition (DAQ) interfacing with an Arduino



Biophotonique

A distance! TP3(P1)/TP4

Arduino PID controller for beam pointing stabilization

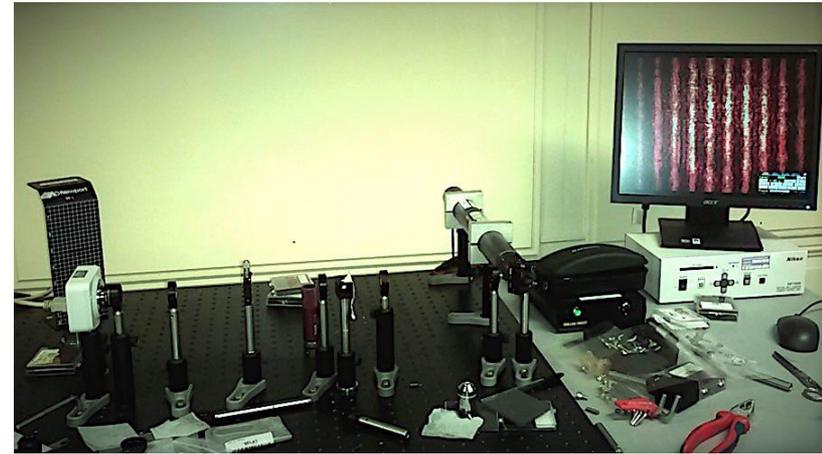


Biophotonique

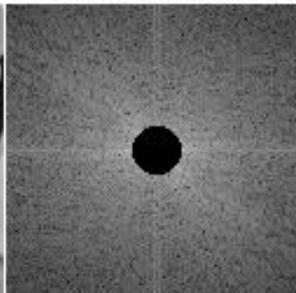
TP3 - Optique Avancée [1xP2, 1xP3]

Acquisition du signal, Faisceau Gaussien,
Optique de Fourier (filtrage spatial),
Interférométrie.

Expérience pratique + Sim. numérique



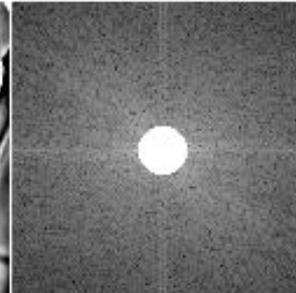
Original image



Power spectrum with
mask that filters low
frequencies



Result of inverse
transform



Power spectrum with
mask that passes low
frequencies



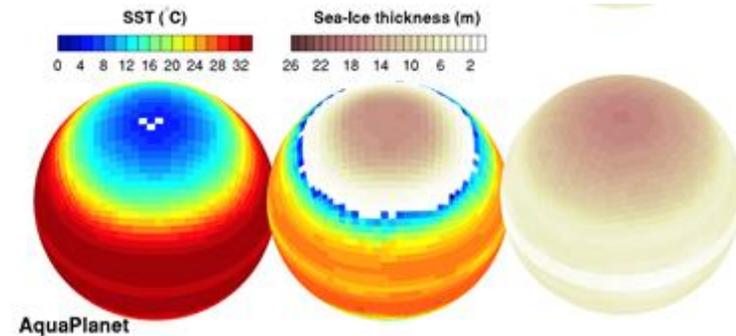
Result of inverse
transform

Nonlinear Physics & Climate

Modélisation océanique [2x P2 ou 2x P3]

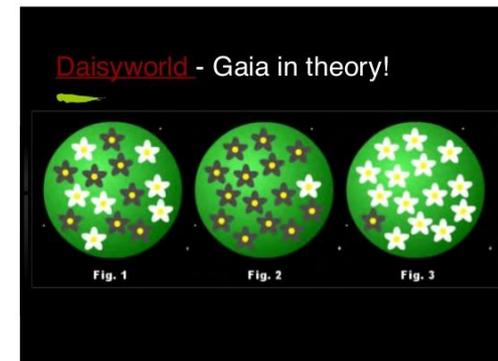
- Étude de la circulation océanique pour différentes configurations bathymétriques (du passé géologique ou simplifiées, comme une planète-océan)
- Étude des états d'équilibre en fonction du forçage extérieur (ex. énergie solaire entrante)

Objectif : comprendre le comportement d'un système dynamique qui s'approche à un « tipping point »



Simulation numérique comme support mathématique à la théorie Gaïa : Daisyworld [1x P1]

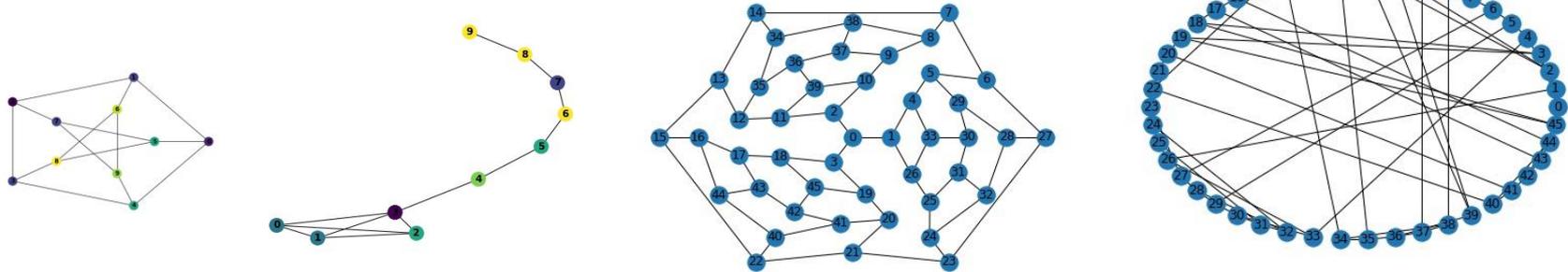
- Analyser les rapports entre la complexité et les interactions écologiques entre espèces sur la stabilité du système climatique
- Étudier les mécanismes régissant Daisyworld afin d'avoir de plus amples informations concernant un système de régulation (feedback)



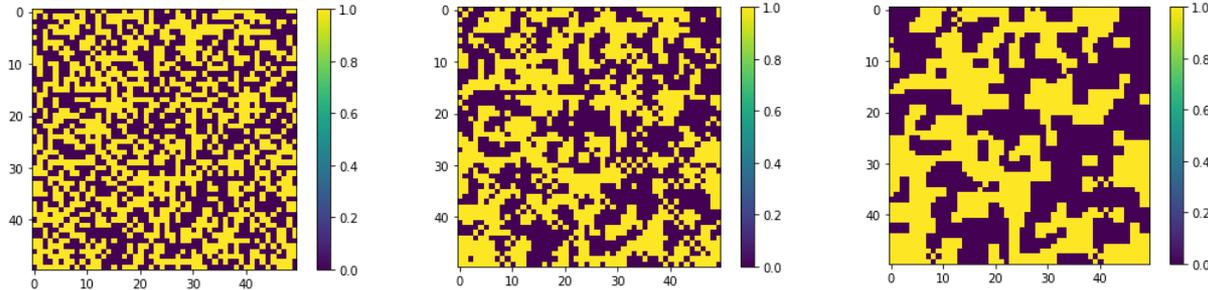
Nonlinear Physics & Climate

Changements de phase et réseaux complexes [1xP1, 1xP2, 1xP3]

Étude de l'impact de la topologie du réseau dans des phénomènes de diffusion ou interruption de processus dynamiques.



- Comprendre le modèle d'Ising ou un modèle similaire et analyser les états d'équilibre possibles en fonction du type de réseau considéré.



- Analyser la robustesse aux attaques aléatoires ou ciblés de différents types de réseau en utilisant le concept de percolation.



Image de: Future Internet 2019, 11(2), 35;

<https://doi.org/10.3390/fi11020035>

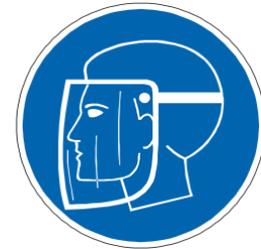
Règles d'hygiène semestre d'automne

Les Laboratoires se font **en présentiel**



Port obligatoire du **masque** dans les laboratoires (salles)

Les assistants en plus du masque portent une visière



En cas d'absence (quarantaine, isolement, etc.) séances de rattrapage

Aération fréquente des laboratoires (salles)

Répartition des Laboratoires

Et maintenant c'est à vous de choisir les trois laboratoires !

(les projets dans chaque laboratoire seront attribués la semaine prochaine)

S'il y a trop de demande pour un laboratoire, qui dépasse le nombre des projets disponibles, on vous demandera de modifier vos choix (c.-à-d. changer de laboratoire).