

Chimie générale avancée I

Notions de bases en Chimie Organique

Mardi, 16h15 – 18h00, BCH 2201 + Zoom

Vendredi, 11h15 – 12h00, BCH PO 01 + Zoom

Vendredi, 13h15 – 14h00, AA C231

<https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=15739>

<https://epfl.zoom.us/j/65276738098> meeting ID: 652 7673 8098

Prof. Jérôme Waser

Laboratory of Catalysis and Organic Synthesis

BCH 4306 - jerome.waser@epfl.ch

Group Website: <http://lcsso.epfl.ch/>

Old Lectures, Exams and Exercises: <http://lcsso.epfl.ch/Teaching>

Remplaçant: Dr. Stefano Nicolai, stefano.nicolai@epfl.ch

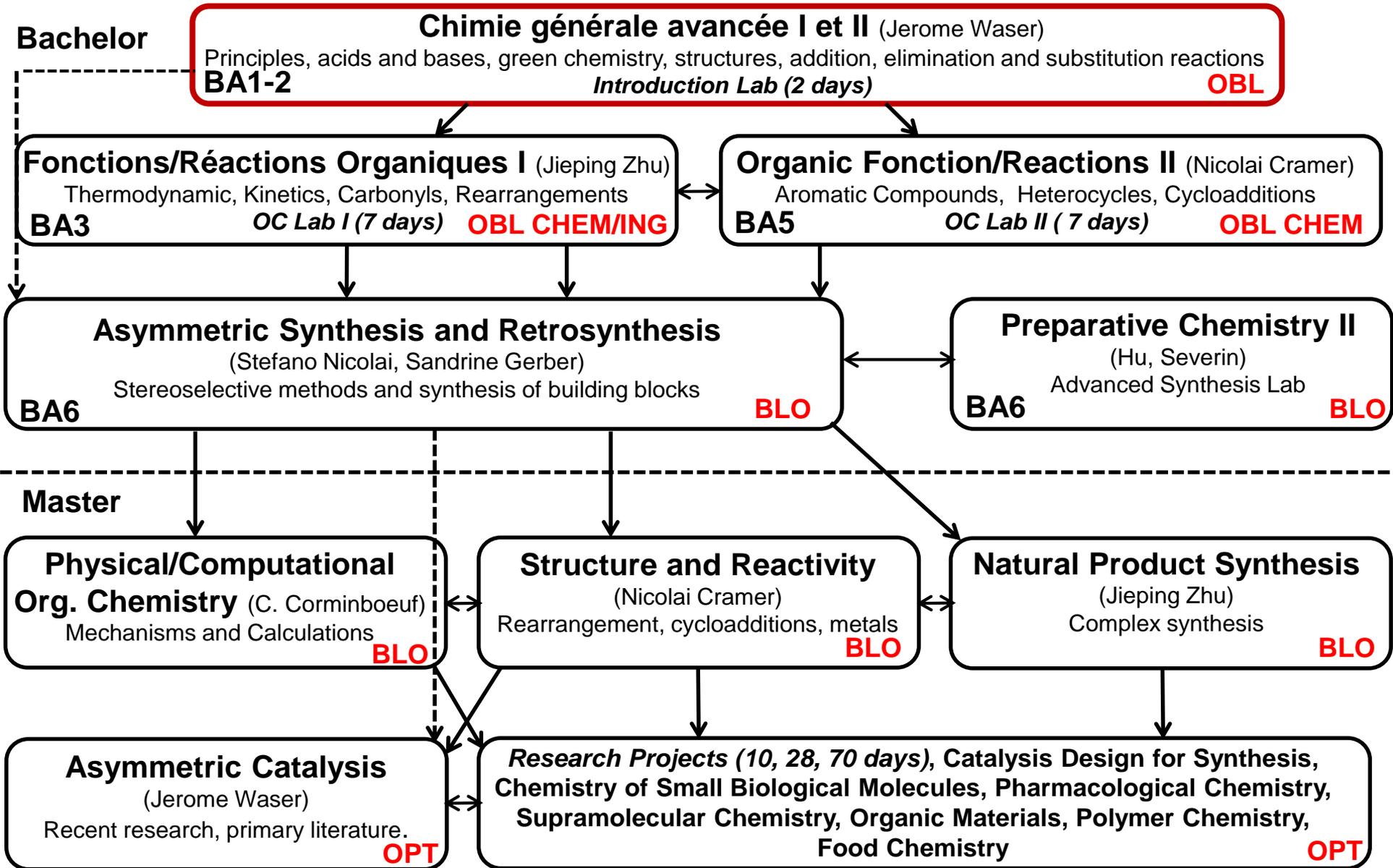
Chef Assistant:

Clément Tanguy

BCH 4404 – clement.tanguy@epfl.ch

Assistant(e)s: Nina Aregger, Carlo Baldassari, Valentas Olikauskas

1. Introduction



La Présentation (rapide, «half-flipped»)

- Description des concepts
- Matière à mémoriser

Les compléments durant le cours (live stream + enregistrement)

- Sur tablette: exemples illustratifs et d'erreurs fréquentes à l'examen
- Quizz et exercices techniques pour tester le niveau de compréhension
- Molécules du quotidien (pas sujet d'examen)

Moodle

- Informations générales et fichiers (cours + exercices + vidéos)
- Forums News (pour tous) et Forums questions-réponses (sur inscription)

Séances d'exercices

- Temps estimé: 1 heure en classe/online avec l'aide du professeur et des assistants, + 1 heure à domicile
- Essentielles pour exercer les concepts vus en cours
- Excellente préparation pour l'examen
- Exercices sur moodle 2-3 jours à l'avance, solutions 2-3 jours après la séance d'exercices.
- Discussion sur les forums

Bibliographie et Support

- **Livre principal:** Vollhard/Schore, traité de chimie organique (De Boeck, 5-6^{ème} édition en Français, ou Freeman, 6-7th edition in English): Bon pour semestres 1-3 du bachelor, livre très soigné et facile à comprendre
- Autre livres conseillés:
 - Clayden, Greeves, Warren and Wothers: Organic Chemistry, Oxford: en Anglais, plus complet, bon pour la totalité du bachelor pour les chimistes
 - Bruckner, Organic Mechanisms: plus avancé, le meilleur livre pour les mécanismes en chimie organique
- Software: Chemdraw (tutoriel sur moodle)
- Ressource online:
 - <https://organicchemistrydata.org/>
 - <https://www.epfl.ch/labs/lcso/teaching/>

- Examen le 25.01.2024 de 9h15 à 12h45. La partie Waser compte 1/3, la partie Steinauer 2/3.
- Aide autorisée: (modèle moléculaire) et tableau périodique.
- Exercices appliqués uniquement
- Depuis 2020: l'exercice stéréochimie a été déplacé au deuxième semestre

Examen jusqu'à 2020

- **Exercice 1:** Acides et bases: 16 points
- **Exercice 2:** Stéréochimie: 14 points
- **Exercice 3:** Structure et orbitales: 10 points

Examen 2020 et suivants

- **Exercice 1:** Acides et bases: 24 points
- **Exercice 2:** Structure et orbitales: 16 points

- Une science nécessitant un vocabulaire particulier = apprendre
- Peu de principes de base, mais essentiels d'être bien compris = comprendre
- Apprendre uniquement par cœur conduit au succès à court terme, mais à l'échec à long terme
- Une science pragmatique, qualitative et procédant par analogie (difficile pour les puristes)
- Une science d'action: la vraie chimie organique se fait en laboratoire
- Une science à exercer, en théorie comme en pratique!

Pour les étudiants

- Augmenter la concentration en cours  = particulièrement important pour l'examen
- Les enregistrements conduisent à un risque de doubler votre travail!
- Prendre des notes est essentiel!
- Comprendre les solutions ne suffit pas: il faut pouvoir résoudre!



(Généreuse donation du Prof. Viktor Snieckus)

1. Introduction

- 1.1 Buts et structure du cours
- 1.2 Importance de la chimie organique

2. Vocabulaire, Liaisons et Réactions

- 2.1 Les groupes fonctionnels et les solvants
- 2.2 La liaison chimique et la règle de l'octet
- 2.3 La réaction chimique: L'exemple des réactions acide-base

3. L'électronégativité

- 3.1 La polarité des liaisons et le «molecular mapping» des molécules
- 3.2 Nucléophiles et électrophiles: flux d'électrons en chimie organique
- 3.3 Relation entre électronégativité et acidité

4. Délocalisation et structures de résonance

4.1 Délocalisation des électrons sur un et plusieurs atomes

4.2 Génération et analyse des structures de résonances

4.3 Structures de résonances et acidité

5. Les orbitales en chimie organique

5.1 Orbitales atomiques et hybridation

5.2 Liaisons sigma

5.3 Liaisons pi

5.4 Résonance: comparaison des langages «Lewis» et «orbitales»

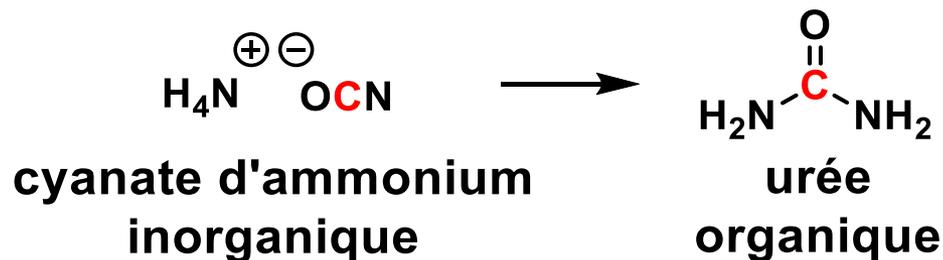
5.5 Orbitales et acidité

6. Conclusion: Acides/bases de référence et résumé

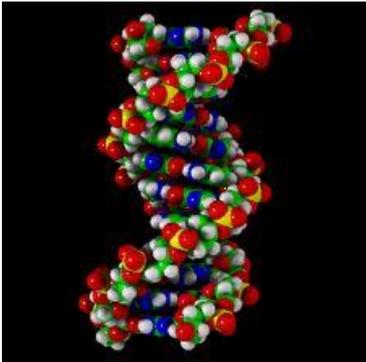
Définition wikipédia: la chimie organique est le domaine de la chimie qui étudie les composés organiques, c'est-à-dire les composés du carbone.

Jusque vers 1830: Théorie du vitalisme: les êtres vivants sont faits de composés organiques naturels qui ne peuvent être synthétisés par l'homme

Découverte de Wöhler en 1828:¹ Synthèse de l'urée à partir d'un sel inorganique

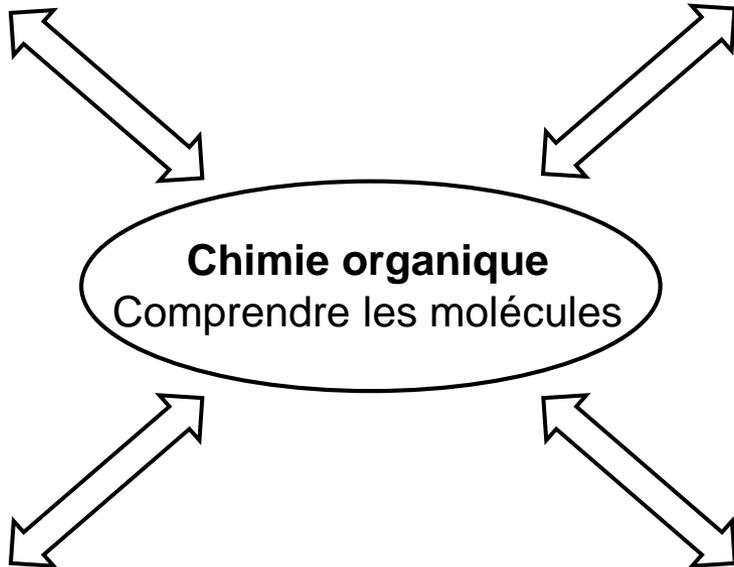
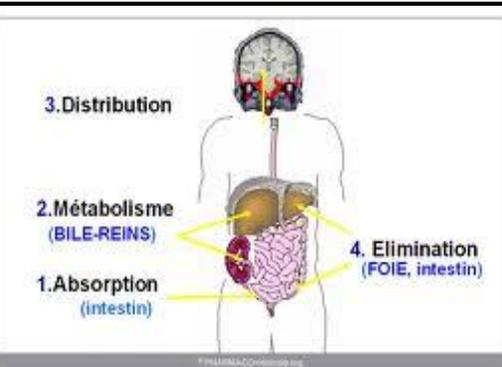


Une découverte accidentelle qui a lancé la chimie organique et qui indique que les molécules naturelles ne sont pas différentes!



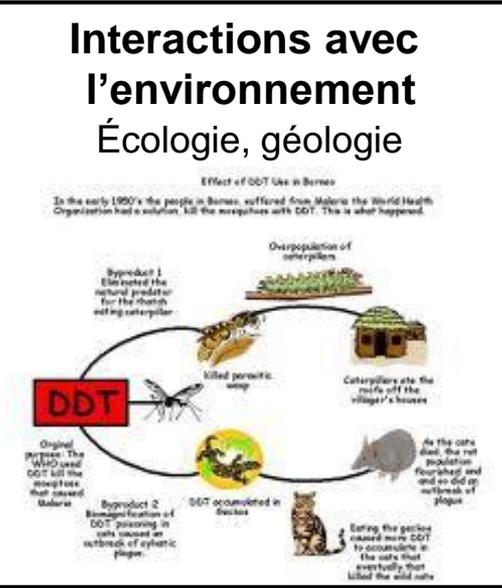
Biomolécules
Biologie, médecine

Traces organiques
Police scientifique

Interactions avec le corps
Pharmacie, médecine

Interactions avec l'environnement
Écologie, géologie



Effect of DDT Use in Borneo
In the early 1950's the people in Borneo suffered from Malaria the World Health Organization had a solution, kill the mosquitoes with DDT. This is what happened.

Original Purpose: The WHO used DDT to kill the mosquito that caused Malaria.

Product 1: Eliminated the natural predator for the parasitic wasp.

Product 2: Accumulation of DDT poisoning in cats caused an outbreak of zylotic plague.

Overpopulation of caterpillars: Caterpillars ate the rice off the village's houses.

DDT accumulated in insects: DDT accumulated in insects.

As the cats died, the rat population flourished and so did up millions of plague.

Eating the porcupine caused more DDT to accumulate in the cats that eventually that killed the wild cats.



Médicaments

Industrie pharmaceutique



Protection des cultures

Agriculture, alimentation



Matériaux

Polymères, électronique, cellules solaires

Chimie organique
Créer des molécules

Parfums, couleurs et arômes

Alimentation, cosmétique

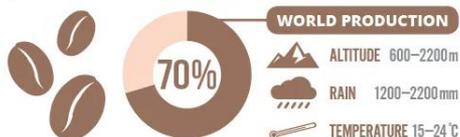


Toutes ces industries sont très actives en Suisse!

Exemples donnés au début de chaque cours (non sujet d'examen), provenance: site du Dr. Andy Brunning: <https://www.compoundchem.com> @compoundchem

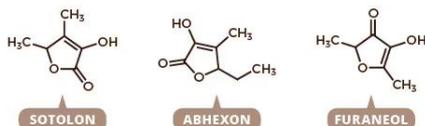
COFFEE CHEMISTRY: ARABICA VS ROBUSTA

ARABICA COFFEE BEANS



CHLOROGENIC ACID CONTENT	5.5–8.0%
LIPID (FAT) CONTENT	15–17%
SUGAR (SUCROSE) CONTENT	6.0–9.0%

KEY FLAVOUR COMPOUNDS



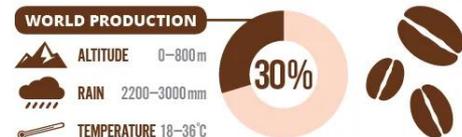
These compounds give the coffee sweet caramel notes

Arabica produces less coffee per hectare than robusta, and is consequently more expensive. It is also more susceptible to disease.



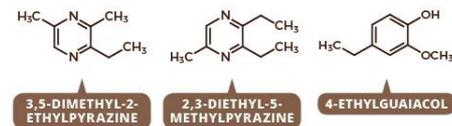
- Regions in which arabica is primarily grown
- Regions in which robusta is primarily grown
- Regions in which arabica and robusta are grown

ROBUSTA COFFEE BEANS



CHLOROGENIC ACID CONTENT	7.0–10.0%
LIPID (FAT) CONTENT	10.5–11.0%
SUGAR (SUCROSE) CONTENT	3.0–7.0%

KEY FLAVOUR COMPOUNDS



These compounds give the coffee spicy, earthy notes

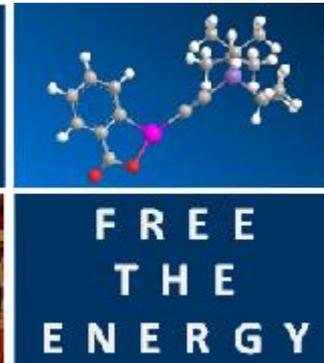
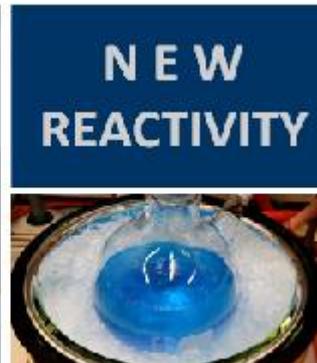
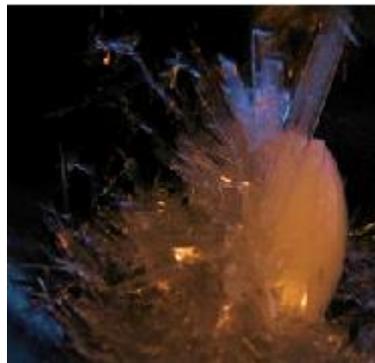
Robusta is considered to have a harsher, more bitter flavour compared to the smoother flavour of arabica. It is often used in blends.



© Andy Brunning/Compound Interest 2018 - www.compoundchem.com | Twitter: @compoundchem | FB: www.facebook.com/compoundchem
 This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

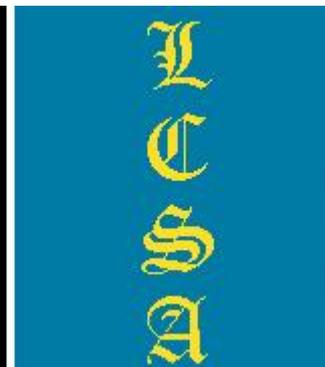
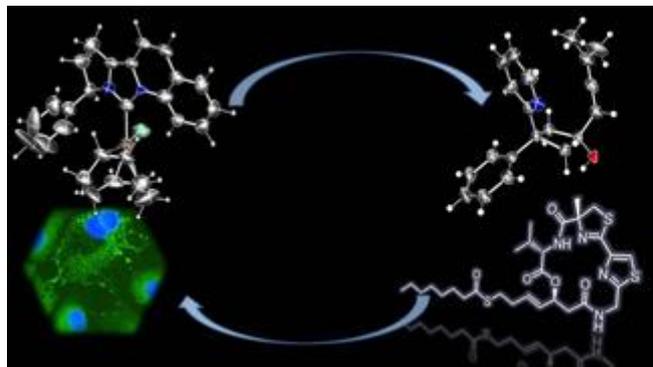


Prof. Jerome Waser: LCSO: Nouvelles réactivités en chimie organique



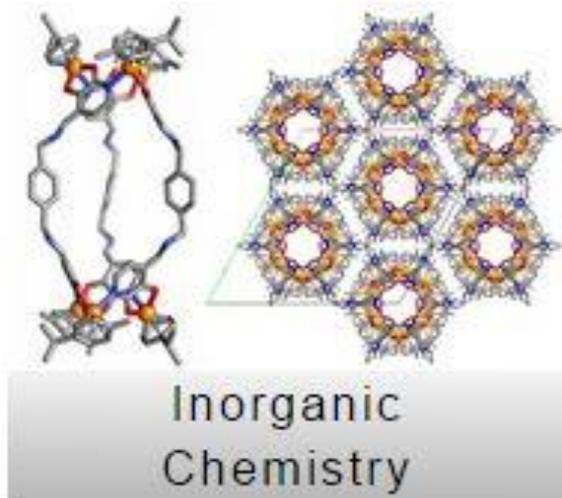
<https://lcsso.epfl.ch/>

Prof. Nicolai Cramer: LCSA: Catalyse et stéréochimie



<https://lcsa.epfl.ch/>

Applications en chimie inorganique



Prof. Paul Dyson
<https://lcom.epfl.ch>



Prof. Xile Hu
<https://lsci.epfl.ch>

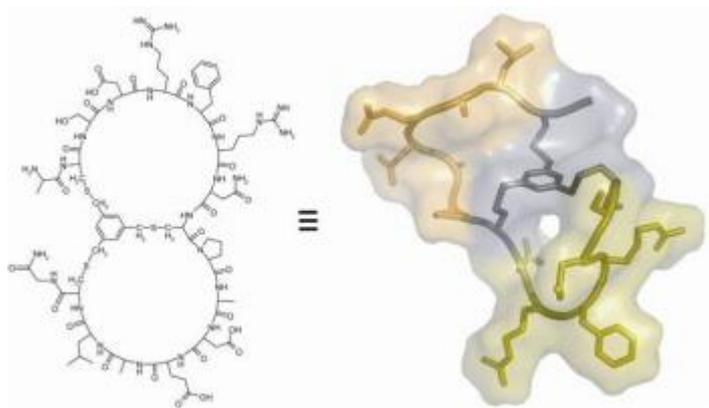


Prof. Kay Severin
<https://lcs.epfl.ch>



Prof. Marinella Mazzanti
<https://gcc.epfl.ch>

Applications en chimie biologique



Prof. Angela Steinauer
(<https://www.epfl.ch/labs/libn/>)



Prof. Beat Fierz
<https://lcbm.epfl.ch>

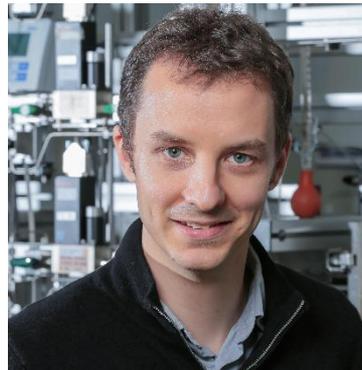
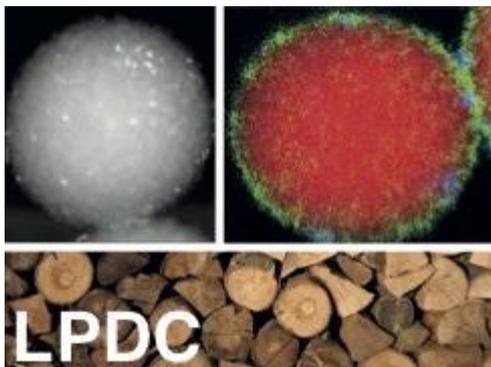


Prof. Sandrine Gerber
<https://gbf.epfl.ch>



Prof. Christian Heinis
<https://lppt.epfl.ch>

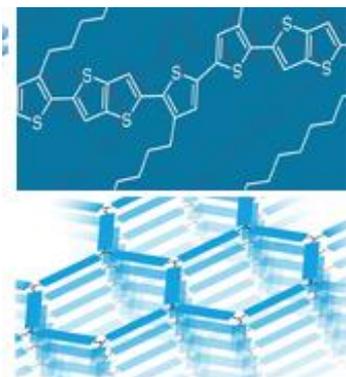
Applications pour l'utilisation des biomasses



Prof. Jeremy Luterbacher

<https://lpdc.epfl.ch>

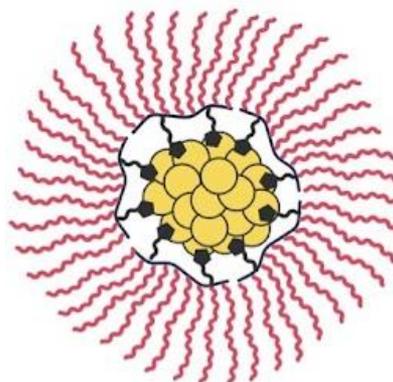
Applications en énergie renouvelable



Prof. Kevin Sivula

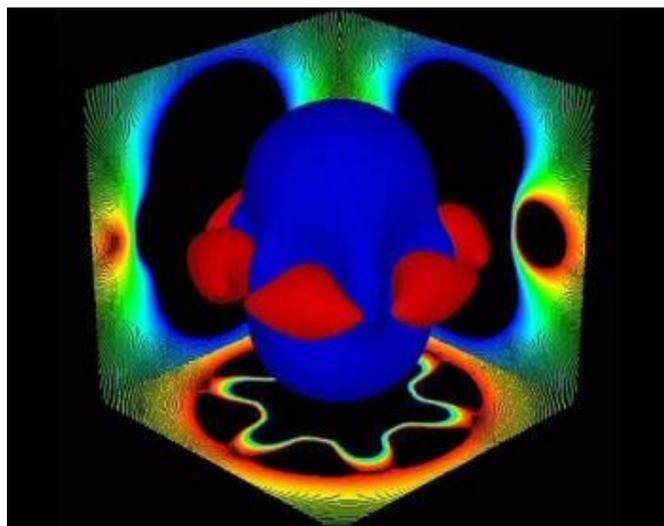
<https://limno.epfl.ch>

Applications pour les polymères organiques



Prof. Suong «Su» Nguyen (début en mars 2025)

<https://www.suongnguyenlab.com/home>

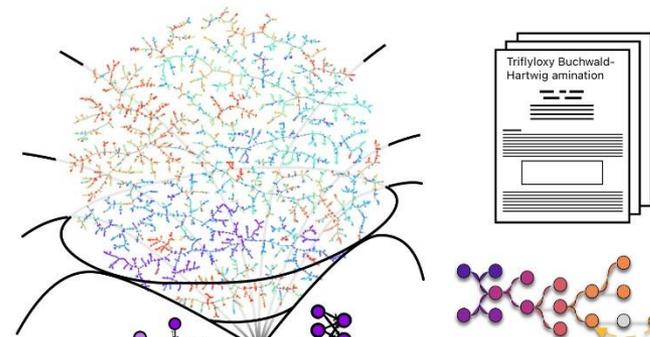


Prof. Clémence Corminboeuf

<https://lcmd.epfl.ch>

US20030166932A1: General Procedure
 H A solution of trifluoromethanesulfonic acid 3,5,8,6-tetraamethyl-7,8-dihydroacaphthalen-2-yl ester (Compound 35, 0.41 g, 1.2 mmol), Pd(OAc)₂ (0.027 g, 0.12 mmol), BINAP (0.13 g, 0.18 mmol), Cs₂CO₃ (0.56 g, 1.72 mmol), ethyl 4-aminobenzoate (0.25 g, 1.5 mmol) and 5 ml of toluene was flushed with argon for 10 min, then stirred at 100° C. in a sealed tube for 48 h.

$$\hat{H}\Psi = E\Psi$$



Prof. Philippe Schwaller

<https://schwallergroup.github.io/>

Les puristes

PhD + Postdoc
Roche
Team leader process chemistry

PhD + Postdoc
Firmenich
New ingredients discovery

PhD
Givaudan
Development and Formulation

PhD + Postdoc
Novartis
Team leader medicinal chemistry

PhD + Postdoc
Syngenta
Team leader insecticide discovery

PhD
CABB
Process development

PhD + Postdoc
EPFL
Professor

PhD + Postdoc
EPFL
Senior scientist

Master
Givaudan
Senior research technician

Les reconversions

PhD + Postdoc
Roche
Global procurement manager

PhD
Syngenta
Regulatory Affairs

Master
Hôpital de Genève
Chimiste

PhD + Postdoc
Labcorp drug development
Team manager

Master
Enseignant gymnase
Chimie et math

Master
UCB
QA compliance specialist

Pour un travail de chercheur, une thèse (et souvent un postdoc) sont nécessaires!