



L'enseignement de la cristallographie

- Quelles cristallographies? Pour qui et à quel niveau ?
 - Par qui? Physiciens – Chimistes – Biologistes ?
- Pourquoi une diminution de l'enseignement de la cristallographie ?
 - Quels sont les outils pour l'enseigner?
- Comment maintenir l'enseignement de la cristallographie ?

Quelles cristallographies ? Pour qui et à quel niveau ?

- **Cristallographie géométrique** :
 - RD - symétries - groupes d'espace
- **Cristallochimie** :
 - Différentes liaisons – Différents cristaux
 - Description des types structuraux à partir d'empilements compacts
 - Polymorphisme - Relations propriétés - structures
 - Non-stoéchiométrie
- **Diffraction des RX sur poudre / sur monocristal** :
 - phénomènes physiques - RR- Instrumentation

Etudiants : Physique, Chimie, Biologie ?

Licence - Master - Doctorat ; Ecoles

Quelques exemples dans différentes universités? sous toutes rése

Bordeaux **Physique:** L3 UE «Caractér. Matériaux » 15h C et TD;
x M2 Matériaux du patrimoine = 10h

Chimie : 60h au cours du cursus

Biologie: 50-60h au cours du cursus

Association des enseignants en cristallographie :
1 semaine de Cours « gratuits » à l'ED: « DRX poudres »
limité à 25 thésards (< à la demande)

Caen **Chimie :** L2 SMG UE « Introduction à la sci matériaux » 6h C,TD; 2TP

M1 UE « Chimie de l'état solide » 24h C, 19h TD, 8h TP sym, 10h C,TD, 2TP
L3 UE « Chimie inorganique » 19h C, 19h TD, 8h TP sym, 10h C,TD, 2TP (cristallochim)
UE « Caractérisation des matériaux cristallisés » 16h C, 20hTD, 12h TP
(DRX poudres et monocristaux; Diffract. Electronique, indexation, RR)

M2 «Sciences des matériaux » ; UE « Résolution structurale » 15h C

Dijon **Chimie :** L3 6h C; 8-10hTD ; 4h TP

Phys-Chimie : M1 UE « Chimie de coordination et cristalochimie » 16h C, 12h TD
UE « Symétrie moléculaire et cristalline » 14h C, 10h TD

Grenoble **Tous parcours:** L1 UE «Structure de la matière» 5h C-TD ; 8h TP
1000 étudiants- 2003 empilements compacts

Physique: L3 UE «Cristallographie» 6ects (60h) ; M1 néant, M2 ?

Physique-chimie : L3 UE «Optique et Cristallographie» (C,TD,TP=20h)
M1 UE« Cristallographie » 6ects (60h)

Chimie : L2 UE « Introduction aux matériaux » 8h C-TD; 2TP
L3 UE « Liaisons chimiques et Cristallographie» 25h (C-TD)

Chimie-Bio: Néant

Biologie: M2 « Biochim. Biologie Structurale » UE C,TD 26 h, TP 10 h

Pharmacie: M2 P«ISM» « Caract. par méthodes physiques» 22hC-TD 32hTP

IUT Chimie et Mesures Physiques

Licence de Chimie : 1996 – 2002 Option « Cristallochimie et Détermination Structurale » 25h

Maîtrise de Chimie : 1998 – 2007 Option « Physico-chimie des complexes de coordination »
(DRX monocristal, EXAFS, Relations propriétés-structures)25h

M1 Chimie : 2003 - 2007 UE «Méthodes d'analyses» (15h C et TD)
« DRX poudres-applications aux composés organiques et pharmaceutiques »

ED CSV : DRX sur monocristaux ; Résolution de structures (2 jours)
Tutoriel en cristallographie des macromolécules (20h C-TD , 6h TP)
Cristallographie des petites molécules : monocristal, poudre et polymorphisme (4jrs)

Le Mans **Tous parcours:** L1 « Cristallographie » 5h C-TD ; 1 TP

L2 (S3) 8h C, 8h TD; 1 TP (Cristallographie)

(S4) UE « Caractérisation des matériaux » 10h sur diffraction X

Chimie et PC L3 (spinelles; supra; E_{ret}; BVS) 10h C, 10h TD; 1 TP Diffraction

Chimie

M1 UE « Symétrie moléculaire et cristalline » 10h C, 10h TD; 10h TP

M2 UE « Diffraction des rayons X » 10h C, 10h TD; 10h TP

Lyon **Physique:** ?

Chimie : L2 UE « Chimie inorganique » 12h C, 21h TD

M2 R « Inorganique » Cristallographie et méthodes de diffraction 16h C

Physique-Chimie: L3 UE « Structures Cristallines » Sym, GE, Bragg, 9h C
12h TD, 18h TP

ENS Lyon: M1 UE « Sciences de la matière » 20h C, 10h TD; 10h TP

CPE : 2^{ème} année : 12h

Marseille **Physique:** ?

e

Chimie : Master quelques h dans une UE obligatoire et
UE option. « Autres outils d'analyse des macromol. »

Master « Nutrition-sécurité alimentaire » 2 h

Rennes L1 Cristallographie géométrique - Cristallographie chimie 15h C, 16h TD

Physique: ?

Chimie L3 Loi de diffraction 4-5h

M1 « Cristallographie géométrique » 12h C, 12hTD,
« DRX » 6h C

en option « Chimie du solide, Cristallographie des poudres, Instrumentation »
8h C, 6h TD, 12h TP

M2 P « Méthodes Spectroscopiques et Analyses »

Cristallographie géométrique et analyses structurales 24h C, 8 hTD, 12h TP

Toulouse **Biologie** M2 P « Biologie structurale » 8h C, 12h TD

e ED SM « Résolution de structures sur petites et moyennes molécules »
8h C, 12h TD, 18h TP

Constats et Remarques

- Généralement , la cristallographie est insérée dans diverses U.E
- Structure de la matière, Caractérisation des Matériaux, Méthode d'analyses....

- Souvent peu d'heures , d'où risque de « Saupoudrage »
- Rarement un réel approfondissement

- Maintien dans les universités, où l'historique est important, où la cristallographie est primordiale pour la recherche

Pourquoi une diminution de l'enseignement de la cristallographie ?

- Diminution des heures d'enseignements dans les maquettes :
L1-L2 : 600h; L3, M1 : 500 h; M2 R : 150 h ; M2 P : 400 h
Ecoles : 1000-1200h
- Rapport de force lors de la construction des maquettes des différentes filières
- C'est trop compliqué / C'est une technique de routine / C'est de la préhistoire
- C'est de la physique / C'est de la chimie
- Ce n'est pas nécessaire d'apprendre « laissons la aux mains des spécialistes »
- « il suffit d'appuyer sur un bouton ! » mais pas si facile d'y appuyer !
- Pas assez d'enseignants « spécialistes »

Comment maintenir l'enseignement de la cristallographie?

Essayer de le maintenir, en montrant l'intérêt de la cristallographie dans les domaines autres que la chimie inorganique:

Ex : l'importance du polymorphisme en pharmacopée;
relations « symétrie moléculaire et cristalline »

Actions aux niveaux :

- des Ecoles Doctorales : Bordeaux, Grenoble, Toulouse...
- de la formation permanente: Nancy, Toulouse...
- des IR confrontés à la méconnaissance des collègues

Importance d'avoir des thématiques de recherches nécessitant des études structurales : croissance cristalline, diffraction, cristalochimie, relations propriétés structures

Inciter les doctorants qui ont besoin de la cristallographie, à s'impliquer dans l'étude structurale de leurs composés

Faut-il constituer une filière nationale de formation
conduisant à la formation de Docteurs
en cristallographie structurale ?

Master 1 : 24 Etudiants

Master 2 : 12 Etudiants

Merci

Aux organisateurs; Christian Philouze

Patricia Bénard-Rocherullé, Jean-Claude Daran, Michel Giorgi,
Anne Guesdon, Philippe Guionneau, Marek Kubicki, Dominique Luneau,
Anne Ribaud, Laure Verdier...