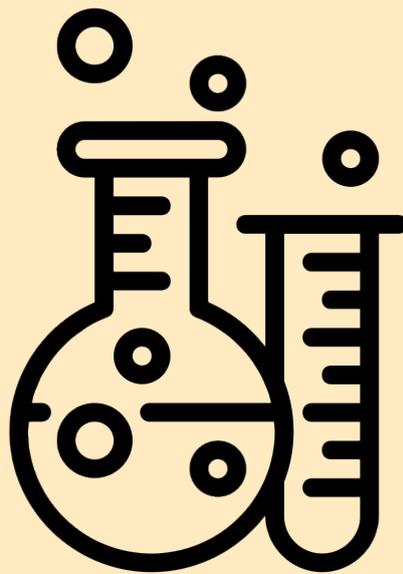


# Licence 2

Sciences, Technologies, Santé

2025-2026

## Physique Chimie



---

# SOMMAIRE

# CONTENUS

**03**

Contacts de la formation

**04**

Calendrier

**07**

Volumes horaires et évaluations

**09**

Contenus des enseignements

**10**

Transversaux

**18**

Physique

**27**

Chimie

**28**

Mathématiques

Sommaire interactif  
pour revenir au sommaire  
cliquer sur 



---

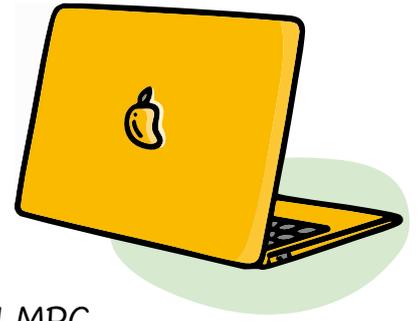
# CONTACTS

Sandrine TRAVIER : Directrice Adjointe à la Pédagogie  
[sandrine.travier@univ-angers.fr](mailto:sandrine.travier@univ-angers.fr)

Sébastien SOURISSEAU : Directeur des études du portail MPC  
[sebastien.sourisseau@univ-angers.fr](mailto:sebastien.sourisseau@univ-angers.fr)

Olivier SEGUT : Responsable pédagogique et Président du Jury  
[olivier.segut@univ-angers.fr](mailto:olivier.segut@univ-angers.fr)

Gestion de la scolarité et des examens  
[l2mpc-mi.sciences@contact.univ-angers.fr](mailto:l2mpc-mi.sciences@contact.univ-angers.fr)



## Scolarité - Examens

Bâtiment A, Rez-de-chaussée

Horaires

8h30 > 12h30

13h30 > 16h30

Du lundi au vendredi

Fermé le mercredi après-midi



# Calendrier L2 PC 2025-2026

Rentrée Lundi 08 septembre 2025

## P6

du 09 sept. au 24 oct.

EXAM!

CC  
20-24 octobre

★ Jeudi 18 sept.  
Campus Day

★★ VACANCES

du 24 oct. au soir  
au dimanche 02 nov.

## P7

du 03 nov. au 19 déc.

EXAM!

CC  
15-19 décembre

★★ VACANCES

du 19 déc. au soir  
au dimanche 04 jan.

## P8

du 05 jan. au 13 fév.

EXAM!

CC  
09-13 février



12-13 février  
inscription 2<sup>nd</sup>e chance  
P6-P7

## P9

du 02 mars au 10 avril

EXAM!

CC  
07-10 avril

2<sup>nd</sup>e chance P6-P7  
05-06 et 09-10 mars

★★ VACANCES

du 20 fév. au soir  
au dimanche 01 mars

## P10

du 13 avril au 29 mai

EXAM!

CC  
26-29 mai



11-12 juin  
inscription 2<sup>nd</sup>e chance  
P8-P9-P10

2<sup>nd</sup>e chance P8-P9-P10  
18-19 juin, 22-25 juin

★★ VACANCES

du 17 avril au soir  
au dimanche 26 avril

## JURY



sous réserve de modifications



# VOLUMES HORAIRES - ÉVALUATIONS

## Licence 2 PC

Période	Intitulés	Nombres d'heures					ECTS	Coef	Chance		
		CM	TD	CM/TD	TP	Total			Chance 1 DA idem	Chance 2 DA idem	
<b>TRANSVERSAUX</b>						<b>7</b>	<b>7</b>				
<b>Anglais 1</b>											
P6	Anglais 1				8,0	8,0	2	2	CC 100% - 1h20	CT 100% - 2h	
P7	Anglais 1				8,0	8,0					
<b>Anglais 2</b>											
P8	Anglais 2				8,0	8,0	2	2	CC 100% - 1h20		
P9	Anglais 2				8,0	8,0					
<b>Projet personnel et professionnel</b>											
P6	3PE		8,0			8,0	3	3	Assiduité 10%	Pas de seconde chance <b>1</b>	
P7	3PE	8,0				8,0			CC QCM 30%		
P8	3PE	2,7	5,3			8,0			Rapport 30%		
P9	3PE				4,0	4,0			Rapport 30%		
<b>BLOC P1</b>						<b>9</b>	<b>7,8</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Électrostatique</b>											
P6	Électrostatique	9,3	9,3			18,7	3	2,3	CC 100% - 1h30	CT 100% - 1h30	
<b>Magnétostatique</b>											
P8	Magnétostatique	8,0	8,0			16,0	2	1,9	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>Électromagnétisme 1</b>											
P9	Électromagnétisme 1	8,0	6,7			14,7	2	1,8	CC 100% - 1h30	CT 100% - 1h30	
<b>Électromagnétisme 2</b>											
P10	Électromagnétisme 2	6,7	8			14,7	2	1,8	CC 100% - 1h30	CT 100% - 1h30	
<b>BLOC P2</b>						<b>6</b>	<b>6,1</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Optique ondulatoire 1</b>											
P6	Optique ondulatoire 1	8,0	8,0			16,0	2	1,9	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>Optique ondulatoire 2</b>											
P7	Optique ondulatoire 2	8,0	6,7			14,7	2	1,8	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>Électronique</b>											
P9	Électronique	9,3	10,7			20,0	2	2,4	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>BLOC P4</b>						<b>6</b>	<b>6,4</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Mécanique du solide 1</b>											
P7	Mécanique du solide 1	9,3	9,3			18,7	2	2,3	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>Mécanique du solide 2</b>											
P8	Mécanique du solide 2	8,0	10,7			18,7	3	2,2	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>TP Physique</b>											
P10	TP physique				16,0	16,0	1	1,9	TP 100%	Report <b>2</b>	
<b>BLOC C1</b>						<b>6</b>	<b>5,5</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Thermochimie 1</b>											
P6	Thermochimie 1	9,3	5,3			14,7	4	3,6	CC 50% - 1h	CT 100% - 1h30	
P7	Thermochimie 1	6,7	6,7			13,4			CC 50% - 1h		
<b>Thermochimie 2</b>											
P9	Thermochimie 2	5,3	8,0		4,0	17,3	2	1,9	TP 20% CC 80% - 1h	CT 100% - 1h <b>3</b>	
<b>BLOC C3</b>						<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Complexes inorganiques</b>											
P6	Complexes inorganiques	6,7	8,0		3,0	17,7	2	2	TP 15% CC 85% - 1h	CT 100% - 1h <b>4</b>	
<b>Chimie théorique</b>											
P9	Chimie théorique	6,7	5,3			12,0	3	3,4	CC 40% - 1h	CT 100% - 1h30	
P10	Chimie théorique	8,0	8,0			16,0			CC 60% - 1h		
<b>Chimie inorganique 1</b>											
P9	Chimie inorganique 1	6,7	6,7		2,7	16,0	2	1,9	TP 15% CC 85% - 1h	CT 100% - 1h <b>4</b>	
<b>Chimie inorganique 2</b>											
P10	Chimie inorganique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,7	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>BLOC C4</b>						<b>7</b>	<b>6,6</b>	<b>Note plancher 5</b>			
<b>Oxydoréduction 1</b>											
P7	Oxydoréduction 1	6,7	4,0			10,7	1	1,4	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h	
<b>Oxydoréduction 2</b>											
P8	Oxydoréduction 2	4,0	5,3		5,3	14,7	2	1,8	TP 15% CC 85% - 1h	CT 100% - 1h <b>4</b>	
<b>Module expérimental en chimie</b>											
P8	Module expérimental en chimie				12,0	12,0	2	1,5	TP 100%	Report <b>2</b>	



## Licence 2 PC

Spectroscopie moléculaire										
P8	Spectroscopie moléculaire	8,0	8,0			16,0	2	1,9	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>TOTAL</b>		<b>160,1</b>	<b>162,70</b>	<b>0,00</b>	<b>79,00</b>	<b>401,80</b>	<b>49</b>	<b>48,4</b>		

### Choix de 1 parmi PC1 – PC2 – PC3 – PC4 – PC5

PC1 – Physique – Chimie										
<b>BLOC P3</b>							<b>4</b>	<b>4,7</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Thermodynamique 1</b>										
P6	Thermodynamique 1	6,7	6,7			13,3	2	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Thermodynamique 2</b>										
P7	Thermodynamique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Machine thermique</b>										
P8	Machine thermique	5,3	6,7			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>BLOC C2</b>							<b>7</b>	<b>6,9</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Chimie organique 4</b>										
P6	Chimie organique 4	8,0	8,0			16,0	4	3,9	CC 30% - 1h	CT 100% - 1h30
P7	Chimie organique 4	9,3	8,0			17,3			CC 70% - 1h	
<b>Chimie organique 5</b>										
P9	Chimie organique 5	6,7	5,3			12,0	1	1,5	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Chimie organique 6</b>										
P10	Chimie organique 6	2,7	4,0		8,0	14,7	2	1,5	TP 40% CC 60% - 1h	CT 100% - 1h <b>5</b>
<b>TOTAL PC1</b>		<b>45,30</b>	<b>45,30</b>		<b>8,00</b>	<b>98,60</b>	<b>11</b>	<b>11,6</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>205,4</b>	<b>208,0</b>	<b>0,00</b>	<b>87,00</b>	<b>500,4</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		

PC2 – Physique Chimie										
<b>BLOC P3</b>							<b>5</b>	<b>6,2</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Thermodynamique 1</b>										
P6	Thermodynamique 1	6,7	6,7			13,3	2	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Thermodynamique 2</b>										
P7	Thermodynamique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Machine thermique</b>										
P8	Machine thermique	5,3	6,7			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Physique quantique</b>										
P9	Physique quantique	6,7	5,3			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>BLOC C2</b>							<b>6</b>	<b>5,4</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Chimie organique 4</b>										
P6	Chimie organique 4	8,0	8,0			16,0	4	3,9	CC 30% - 1h	CT 100% - 1h30
P7	Chimie organique 4	9,3	8,0			17,3			CC 70% - 1h	
<b>Chimie organique 6</b>										
P10	Chimie organique 6	2,7	4,0		8,0	14,7	2	1,5	TP 40% CC 60% - 1h	CT 100% - 1h <b>5</b>
<b>TOTAL PC2</b>		<b>45,30</b>	<b>45,30</b>		<b>8,00</b>	<b>98,60</b>	<b>11</b>	<b>11,6</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>205,4</b>	<b>208,0</b>	<b>0,00</b>	<b>87,00</b>	<b>500,4</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		

PC3 – Physique Chimie										
<b>BLOC P3</b>							<b>6</b>	<b>6,2</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Thermodynamique 1</b>										
P6	Thermodynamique 1	6,7	6,7			13,3	2	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Thermodynamique 2</b>										
P7	Thermodynamique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Machine thermique</b>										
P8	Machine thermique	5,3	6,7			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Relativité</b>										
P10	Relativité	8,0	6,7			14,7	2	1,5	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>BLOC C2</b>							<b>5</b>	<b>5,4</b>	<b>Note plancher 5</b>	
<b>Chimie organique 4</b>										
P6	Chimie organique 4	8,0	8,0			16,0	4	3,9	CC 30% - 1h	CT 100% - 1h30
P7	Chimie organique 4	9,3	8,0			17,3			CC 70% - 1h	
<b>Chimie organique 5</b>										
P9	Chimie organique 5	6,7	5,3			12,0	1	1,5	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>TOTAL PC3</b>		<b>50,60</b>	<b>48,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>98,60</b>	<b>11</b>	<b>11,6</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>210,7</b>	<b>210,70</b>	<b>0,00</b>	<b>79,00</b>	<b>500,4</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		



## Licence 2 PC

PC4 – Physique Chimie										
BLOC P3						7	7,7	Note plancher 5		
<b>Thermodynamique 1</b>										
P6	Thermodynamique 1	6,7	6,7			13,3	2	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Thermodynamique 2</b>										
P7	Thermodynamique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Machine thermique</b>										
P8	Machine thermique	5,3	6,7			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Physique quantique</b>										
P9	Physique quantique	6,7	5,3			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Relativité</b>										
P10	Relativité	8,0	6,7			14,7	2	1,5	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
BLOC C2						4	3,9	Note plancher 5		
<b>Chimie organique 4</b>										
P6	Chimie organique 4	8,0	8,0			16,0	4	3,9	CC 30% - 1h	CT 100% - 1h30
P7	Chimie organique 4	9,3	8,0			17,3			CC 70% - 1h	
<b>TOTAL PC4</b>		<b>50,60</b>	<b>48,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>98,60</b>	<b>11</b>	<b>11,6</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>210,7</b>	<b>210,70</b>	<b>0,00</b>	<b>79,00</b>	<b>500,4</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		

PC5 (CMI-PSI, inscription en scolarité)										
BLOC P3						7	7,7	Note plancher 5		
<b>Thermodynamique 1</b>										
P6	Thermodynamique 1	6,7	6,7			13,3	2	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Thermodynamique 2</b>										
P7	Thermodynamique 2	6,7	6,7			13,3	1	1,6	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
<b>Machine thermique</b>										
P8	Machine thermique	5,3	6,7			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Physique quantique</b>										
P9	Physique quantique	6,7	5,3			12,0	1	1,5	CC 100% - 0h45	CT 100% - 0h45
<b>Relativité</b>										
P10	Relativité	8,0	6,7			14,7	2	1,5	CC 100% - 1h	CT 100% - 1h
BLOC M1						4	3,9	Note plancher 5		
<b>Méthodes mathématiques pour l'ingénierie</b>										
P6	Méthodes mathématiques pour l'ingénierie	8,0	12,0			20,0	2	2	CC 100% - 2h	CT 100% - 2h
<b>Algèbre linéaire et applications pour physiciens 1</b>										
P8	Algèbre linéaire et applications pour physiciens 1	6,7	6,7			13,3	2	1,9	CC 100% - 1h15	CT 100% - 1h15
<b>TOTAL PC5</b>		<b>48,00</b>	<b>50,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>98,67</b>	<b>11</b>	<b>11,6</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>208,10</b>	<b>213,30</b>	<b>0,00</b>	<b>79,00</b>	<b>500,4</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		

1 L'évaluation est faite par la présence (1), un QCM qui sera neutralisé en cas d'ABJ (2), un rapport qui peut être remis plus tard en cas d'ABJ (3 et 4).

2 Pas de deuxième chance en TP ; Report systématique

3 En seconde chance : report TP et max (0.2TP+0.80CC ; 0.2TP+0.80CT2 ; CT2)

4 En seconde chance : report TP et max (0.15TP+0.85CC ; 0.15TP+0.85CT2 ; CT2)

5 En seconde chance : report TP et max (0.4TP+0.6CC ; 0.40TP+0.60CT2 ; CT2)



**Conditions de validation de l'année**

Moyenne générale supérieure ou égale à 10 ET Moyenne de bloc supérieure ou égale à la note plancher pour les blocs ayant une note plancher.  
Acquisition des ECTS par UE (note à l'UE  $\geq 10$ ) ou par bloc (si note de bloc  $\geq 10$ , les unités composant le bloc sont acquises)

# CONTENU DES ENSEIGNEMENTS

## Période 6

Tronc Commun	Page
Anglais 3	10
Projet personnel et professionnel	10
Électrostatique	11
Optique ondulatoire 1	11
Thermochimie 1	19
Complexes inorganiques	20
Oxydoréduction 1	20

PC1-PC2-PC3-PC4-PC5	Page
Thermodynamique 1	12

PC1-PC2-PC3-PC4	Page
Chimie organique 4	21

PC5 (CMI-PSI)	Page
Méthodes mathématiques pour l'ingénierie	28

## Période 7

Tronc commun	Page
Anglais 3	10
Projet personnel et professionnel	10
Optique ondulatoire 2	13
Mécanique du solide 1	12
Thermochimie 1	19

PC1-PC2-PC3-PC4-PC5	Page
Thermodynamique 2	13

PC1-PC2-PC3-PC4	Page
Chimie organique 4	22

## Période 8

Tronc Commun	Page
Anglais 4	10
Projet personnel et professionnel	10
Magnétostatique	14
Mécanique du solide 2	15
Oxydoréduction 2	22
Module expérimental en chimie	23
Spectroscopie moléculaire	23

PC1-PC2-PC3-PC4-PC5	Page
Machine thermique	14

PC5 (CMI-PSI)	Page
Algèbre linéaire et applications pour physiciens	28

## Période 9

Tronc commun	Page
Anglais 4	10
Projet personnel et professionnel	10
Électromagnétisme 1	15
Électronique	16
Thermochimie 2	24
Chimie théorique	24
Chimie inorganique 1	25

PC1-PC3	Page
Chimie organique 5	26

PC2-PC4-PC5	Page
Physique quantique	17



## Période 10

### Tronc commun Page

Électromagnétisme 2	17
TP Physique	18
Chimie inorganique 2	26
Chimie théorique	25

### Option PC1-PC2 Page

Chimie organique 6	27
--------------------	----

### Option PC3-PC4-PC5 Page

Relativité	18
------------	----

Index interactif  
pour revenir utiliser  
sur les pages 



# TRANSVERSAUX

P6

P7

P8

P9

## ANGLAIS

Responsable **Philippe Torres**

### PROGRAMME

Objectifs du cours d'anglais :

- Permettre aux étudiants de continuer à travailler les cinq compétences en langue (Compréhension écrite et orale, expression écrite et orale, et interaction orale) à travers des supports authentiques (articles, documentaires, documents audio et vidéo d'internet, graphiques...) et des activités variées (exercices de compréhension, d'expression écrite, jeux de rôle, débats, présentations orales...).
- Étoffer les connaissances lexicales.
- Améliorer la prononciation (bases de phonologie).
- Revoir et comprendre des points de langue (les temps par exemple).

### COMPÉTENCES

En fin de licence, on vise le niveau de compétence B2 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL) qui est résumé comme suit : « Peut comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités. »

P6

P7

P8

P9

## PROJET PERSONNEL ET PROFESSIONNEL



# PHYSIQUE

P6

## ÉLECTROSTATIQUE

Responsable Michel Chrysos

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Programme du cours « Bases d'électrostatique » module S2-UE3-Physique.

#### Compétences

Connaître les systèmes de coordonnées et savoir les utiliser ; avoir une bonne connaissance des grandeurs électriques (charges, forces, champ et potentiel) et de leurs liens ; maîtriser les calculs vectoriels ainsi que les opérations de dérivation et d'intégration ; être capable de calculer un moment de force par rapport au centre de rotation.

### PROGRAMME

Longueurs, surfaces, et volumes élémentaires en coordonnées curvilignes : rappels et approfondissements ; dipôle et quadripôle électriques ; développement multipolaire ; équations des lignes de champ et d'équipotentiels ; notions de matériaux diélectriques ; caractéristiques électrostatiques des conducteurs ; effet de pointe ; décharge à la Terre ; isolation électrique et applications (paratonnerre, prise de Terre, cage de Faraday) ; condensateur ; condensateurs en série et en dérivation ; initiation aux opérateurs vectoriels ; flux et circulation du champ électrique ; théorème de Gauss et applications.

### COMPÉTENCES

- Maîtriser la notion de flux.
- Savoir appliquer le théorème de Gauss aux problèmes appropriés.
- Connaître la définition d'un dipôle électrique.
- Savoir décrire l'action d'un champ électrique uniforme sur un dipôle et sur les matériaux diélectriques.
- Être capable de déterminer l'équation des lignes de champ et des équipotentiels à partir des expressions du champ et du

potentiel électriques.

- Connaître les propriétés électrostatiques des conducteurs pleins ou creux (répartition de charges, champ et potentiel).
- Savoir calculer la capacité d'un condensateur de géométrie simple (plane, cylindrique, sphérique) vide ou avec un matériau diélectrique entre les armatures.
- Connaître les conséquences et applications des propriétés électriques des conducteurs.

P6

## OPTIQUE ONDULATOIRE 1

Responsable Florent Racht

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Connaître la notion de chemin optique.

#### Compétences

- Maîtriser les notions mathématiques fondamentales.
- Savoir utiliser une lentille convergente.

### PROGRAMME

Propagation d'ondes lumineuses – Interférences non localisées (produites par deux ondes obtenues par division du front d'onde).

### COMPÉTENCES

- Identifier les conditions nécessaires pour espérer observer un phénomène interférentiel.
- Connaître la notion de cohérence temporelle et celle de cohérence spatiale. Calculer la différence de chemins optiques entre deux ondes.
- Exprimer l'intensité lumineuse résultant de l'interférence entre deux ondes ; savoir généraliser quel que soit le nombre d'ondes qui interfèrent.
- Décrire la figure d'interférence (position et forme des franges d'interférence, écart entre les franges, contraste, ...) pour un dispositif interférentiel à division du front d'onde.



## THERMODYNAMIQUE 1

Responsable **Mihaela Girtan**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Notions de terminale S en physique et mathématique, Notions de mathématique niveau LIS2 – dérivées partielles, Notions de Physique-Chimie générale LIS2

#### Compétences

Écrire et reconnaître une formule, reconnaître les notations des grandeurs physiques et leurs unités associées, être capable de comprendre et décrire les phénomènes physiques, savoir déterminer une grandeur ou plusieurs grandeurs inconnue(s) à partir d'une équation ou systèmes d'équations, savoir réaliser et savoir interpréter des représentations graphiques, connaître les lettres de l'alphabet grec.

### PROGRAMME

Pression, température, énergie interne, travail, chaleur, coefficients thermiques. Principes de fonctionnement de différents thermomètres et baromètres. Loi de l'hydrostatique. Fonctions de distribution des molécules selon les vitesses, les formules de calcul des valeurs moyennes. Distribution des molécules dans un champ de forces. Loi des gaz parfait: transformation isobare, isochore, isotherme, isentropique. Coefficients thermiques, les principes de la calorimétrie. Premier principe de la thermodynamique sous la forme intégrale.

### COMPÉTENCES

- Savoir étalonner un thermomètre.
- Savoir appliquer la loi de l'hydrostatique. Connaître la formule barométrique.
- Savoir déduire l'expression de la pression à partir de la théorie cinétique moléculaire et déterminer l'équation d'état.
- Savoir appliquer les lois des gaz parfait pour différentes transformations.
- Connaître les applications du premier principe au gaz parfait.

– Savoir calculer le travail, la variation de l'énergie interne et la quantité d'énergie thermique échangée lors des transformations : isobare, isochore, isotherme ou adiabatique.

## MÉCANIQUE DU SOLIDE 1

Responsable **Forent Rachet**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Connaître les notions de base de la mécanique

#### Compétences

- Maîtriser les notions mathématiques fondamentales.
- Savoir calculer des intégrales dans les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.

### PROGRAMME

Rappels de cinématique, compositions de mouvements, notion de torseur - Cinématique du solide - Géométrie des masses (moment d'inertie, centre de masse) - Cinétique du solide (moment cinétique) - Forces (glissement, frottement, travail, puissance).

### COMPÉTENCES

- Connaître la définition d'un solide « parfait ».
- Savoir combiner vitesses absolues et relatives.
- Savoir combiner accélérations absolues et relatives.
- Savoir relier les dérivées d'un même vecteur définies dans deux repères différents.
- Connaître la définition d'un torseur.
- Savoir appliquer la relation fondamentale de la cinématique.
- Connaître les angles d'Euler.
- Être capable d'exprimer la vitesse de glissement .
- Savoir localiser le centre de masse d'un solide.
- Savoir calculer un moment d'inertie.
- Savoir appliquer le théorème d'Huygens.
- Savoir appliquer les théorèmes de König.
- Connaître le lien entre moment cinétique

et vitesse angulaire.

- Connaître les lois de frottement .
- Savoir définir le travail et la puissance.
- Différencier forces intérieures et extérieures.

P7

## OPTIQUE ONDULATOIRE 2

Responsable Florent Racht

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Cours d'optique ondulatoire 1 (période 6).

*Compétences*

- Maîtriser les notions mathématiques fondamentales.
- Savoir utiliser une lentille convergente.

### PROGRAMME

Interférences produites par des dispositifs à division d'amplitude - Diffraction à l'infini.

### COMPÉTENCES

- Savoir établir les principaux résultats caractéristiques d'un dispositif à division d'amplitude (forme et localisation des franges, ...).
- Établir la répartition de l'intensité lumineuse fournie par un interféromètre de Pérot-Fabry.
- Connaître le principe de « Huygens-Fresnel ».
- Établir la forme de la figure de diffraction pour un diaphragme rectangulaire.
- Établir la répartition de l'intensité lumineuse fournie par un spectroscopie à réseau.

P7

## THERMODYNAMIQUE 2

Responsable Mihaela Girtan

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Notions de terminale S en physique et mathématique, Notions de mathématique niveau LIS2 – dérivées partielles, Notions de Physique-Chimie générale LIS2

Contenu de l'UE Thermodynamique 1 – P6.

*Compétences*

Écrire et reconnaître une formule, reconnaître

les notations des grandeurs physiques et leurs unités associées, être capable de comprendre et décrire les phénomènes physiques, savoir déterminer une grandeur ou plusieurs grandeurs inconnue(s) à partir d'une équation ou systèmes d'équations, savoir réaliser et savoir interpréter des représentations graphiques.

### PROGRAMME

Les quatre principes de la thermodynamique, formes intégrale et différentielle. La variation de l'entropie, la quantité de chaleur échangée, le travail, la variation de l'énergie interne lors de différentes transformations du gaz parfait. Relations de Clapeyron. Relations de Maxwell. Relation de Reech. Le gaz réel. Gaz de van der Waals.

### COMPÉTENCES

- Comprendre l'insuffisance du premier principe.
- Comprendre le fonctionnement des machines thermiques.
- Savoir énoncer le deuxième principe de la thermodynamique sous ses différentes formulations.
- Connaître la formule et la signification de l'entropie.
- Savoir énoncer le troisième principe de la thermodynamique.
- Savoir exprimer les potentiels thermodynamiques (énergie interne  $U$ , enthalpie  $H$ , énergie libre  $F$ , enthalpie libre  $G$ ) sous forme intégrale et différentielle.
- Savoir déduire les relations de Clapeyron, savoir déterminer la Relation de Mayer généralisée.
- Savoir appliquer les relations de Clapeyron et de Mayer pour le gaz idéal et le gaz Van der Waals.
- Savoir déterminer les relations entre différents coefficients thermo-élastiques, savoir déterminer les relations de Maxwell.
- Comprendre les transformations de phase et savoir interpréter les diagrammes de changement de phase.



## MACHINE THERMIQUE

Responsable **Stéphane Chaussedent**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Thermodynamique 1 et Thermodynamique 2 du Bloc Physique 3 de L2-MPC (notions de pression et température, modèle du gaz parfait, notions de travail et chaleur, transport de la chaleur, systèmes thermodynamiques, 1er et 2nd principes, interactions thermiques, notion de réversibilité, changement d'état)

#### Compétences

- Savoir appréhender les différentes fonctions d'état caractérisant un système thermodynamique.
- Savoir définir et évaluer les échanges d'énergie (travail et chaleur) entre des systèmes thermodynamiques.
- Être capable de statuer sur la réversibilité d'une transformation (notion d'entropie).
- Savoir définir et caractériser un changement d'état.
- Savoir représenter une transformation dans un diagramme de Clapeyron, un diagramme entropique.

### PROGRAMME

Généralités et principes fondamentaux sur le fonctionnement d'une machine thermique (nécessité d'un cycle ditherme, diagramme de Paveau, cycles moteur et récepteur, rendement et efficacité, cycle idéal de Carnot). Les cycles de moteurs à gaz (cycle d'Otto-Beau de Rochas, cycle de Diesel, cycle de Joule, cycle de Stirling). Les cycles de machines à vapeur (cycles moteurs de Carnot, de Rankine, de Hirn, cycle usuel de machine frigorifique).

### COMPÉTENCES

- Savoir définir et caractériser les échanges d'énergie (chaleur et travail) au cours d'un cycle de machine thermique.
- Savoir représenter un cycle de machine thermique dans un diagramme de Clapeyron et dans un diagramme entropique.
- Savoir définir et calculer un rendement ou

une efficacité thermique.

- Savoir reconnaître les principaux cycles usuels de machines thermiques motrices et réceptrices.
- Être capable d'appréhender le contexte de fonctionnement d'une machine thermique pour choisir le cycle le plus approprié.

## MAGNÉTOSTATIQUE

Responsable **Nathalie Gaumer**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Notions sur les courants (cours d'électrocinétique de L1).

Notions de mécanique du point et d'électrostatique de L1 : repères, symétries, élément de surface et de volume.

#### Compétences

- Savoir manipuler les vecteurs (produit vectoriel) et les différents systèmes de coordonnées.
- Être capable d'intégrer les fonctions simples.

### PROGRAMME

Introduction au magnétisme. Définitions des grandeurs et des lois liées au magnétisme en régime stationnaire. Utilisation de la force magnétique et de la force de Laplace dans quelques applications classiques. Etude du champ magnétique créé par des circuits filaires parcourus par des courants continus à l'aide du théorème de Biot et Savart et du théorème d'Ampère quand cela est possible. Description et classification des matériaux en présence d'un champ magnétique uniforme.

### COMPÉTENCES

- Connaître son cours (lois, théorèmes, définitions, propriétés des forces et des champs magnétiques) et savoir l'utiliser pour résoudre un problème sur un circuit filaire ou des particules chargées en mouvement.
- Savoir manipuler les produits vectoriels pour calculer des forces et des champs magnétiques.

– Savoir identifier les différents types de matériaux magnétiques en fonction de leurs caractéristiques. Avoir des notions sur les dipôles magnétiques.

P8

## MÉCANIQUE DU SOLIDE 2

Responsable Florent Racht

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

UE Mécanique du solide 1 (période P7).

*Compétences*

Maîtriser les notions mathématiques fondamentales.

### PROGRAMME

Dynamique du solide (théorèmes généraux) – Mouvements autour d'un point fixe, approximation gyroscopique – Mouvement autour d'un axe fixe – Introduction à la mécanique des fluides.

### COMPÉTENCES

- Connaître le principe fondamental de la dynamique des solides.
- Savoir appliquer les théorèmes généraux de la dynamique : théorème de la quantité de mouvement, théorème du moment cinétique, théorème de l'énergie cinétique.
- Connaître les formulations de l'énergie cinétique.
- Comprendre le principe du mouvement gyroscopique.
- savoir résoudre l'équation de l'oscillateur harmonique.
- Savoir appliquer le principe d'Archimède.
- Savoir appliquer l'équation de Bernoulli (équation fondamentale de la dynamique des fluides).
- Savoir utiliser la conservation du débit.

P9

## ÉLECTROMAGNÉTISME 1

Responsable Michel Chrysos

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Cours de bases d'électrostatique de L1 ; cours d'électrostatique de L2 (P6) ; cours de magnétostatique de L2 (P8).

*Compétences*

Maîtrise du calcul différentiel et vectoriel ; maîtrise des systèmes de coordonnées rectilignes et curvilignes. Savoir reconnaître les symétries et les invariances présentes dans des systèmes simples ; pouvoir opérer une synthèse entre divers éléments enseignés en électrostatique, électrocinétique et magnétostatique.

### PROGRAMME

Approfondissement sur les opérateurs différentiels (gradient, divergence, rotationnel, laplacien, dalembertien) ; théorème de Green-Ostrogradski & théorème de Stokes (énoncés, démonstrations graphiques, applications à l'électrostatique et la magnétostatique), théorème de Gauss & théorème d'Ampère (rappels, démonstrations, vues approfondies) ; mise en forme locale de ceux-ci ; équation de Maxwell-Gauss ; équation de Maxwell-Ampère (tronquée) ; équation de Poisson-Laplace en électrostatique et son analogue magnétostatique ; conservation de charge électrique ; énergie électrostatique ; l'énergie magnétique et ses difficultés conceptuelles ; équation de Maxwell-Thomson ; potentiel vecteur ; initiation aux régimes variables ; loi de Faraday ; induction électromagnétique.

### COMPÉTENCES

- Maîtriser les concepts de flux et de circulation.
- Savoir appliquer les théorèmes de Gauss et d'Ampère en présence respectivement de charges et de courants ayant une géométrie simple.
- Manier avec aisance des calculs impliquant



des opérateurs différentiels.

– Savoir reconnaître les symétries du champ électrostatique ou magnétostatique en fonction de la symétrie des sources.

– Savoir calculer l'énergie électrostatique d'une molécule ou d'une structure chargée simple.

– Pouvoir calculer le potentiel vecteur pour des courants permanents simples, et en déduire son champ magnétique.

– Pouvoir opérer une synthèse entre divers éléments enseignés en électrostatique, électrocinétique et magnétostatique.

P9

## ÉLECTRONIQUE

Responsable **Stéphane CHAUSSEDENT**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Électrocinétique 1 et Électrocinétique 2 de LI-MPC (notions de bases en électrocinétique, théorèmes généraux, régimes transitoire et sinusoïdal permanent, impédances complexes, filtres passifs).

#### Compétences

– Savoir modéliser et formaliser le fonctionnement de dipôles élémentaires.

– Savoir associer des dipôles pour former des dipôles équivalents.

– Savoir appliquer les théorèmes généraux de l'électrocinétique (Norton, Thévenin, Millman).

– Savoir formuler en notation complexe les différentes grandeurs électriques d'un circuit fonctionnant en régime sinusoïdal permanent.

– Savoir formuler des impédances complexes.

– Savoir identifier un quadripôle et calculer sa transmittance, son gain et sa phase.

### PROGRAMME

Matériaux conducteurs et semi-conducteurs (loi d'Ohm locale, courants d'électrons et de trous, semi-conducteurs intrinsèques, dopés N et P, jonctions PN) – Diodes et applications (la caractéristique courant-tension et ses différentes modélisations, les circuits redresseurs, la diode Zener et son utilisation

en régulation) – Transistor bipolaire (principe et fonctionnement, caractéristiques courant-tension, polarisation, modes actif, bloqué et saturé, utilisation en amplification et commutateur) – Amplificateur opérationnel (principe de fonctionnement et modélisation d'un A.O. parfait, régimes de fonctionnement linéaire et non-linéaire, applications) – Quadripôles et filtres (filtres du 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> ordre).

### COMPÉTENCES

– Savoir définir et établir la conductivité (résistivité) d'un matériau conducteur, semi-conducteur intrinsèque ou dopé.

– Être capable de choisir la modélisation adéquate du fonctionnement d'une diode pour définir son état et comprendre son rôle dans un montage électrique.

– Savoir analyser le fonctionnement d'un circuit redresseur composé de diodes.

– Savoir définir les limites d'utilisation d'un circuit de régulation à diode Zener.

– Être capable d'identifier la polarisation des différentes jonctions d'un transistor bipolaire.

– Savoir reconnaître le mode de fonctionnement d'un transistor bipolaire (bloqué, actif, saturé) en fonction des circuits de polarisation.

– Être capable de définir les limites de fonctionnement d'un transistor bipolaire dans le cadre de son utilisation en amplification ou en interrupteur commandé.

– Savoir définir le circuit équivalent modélisant les fonctionnalités d'un ampli-op (AO).

– Être capable de reconnaître, au sein d'un montage, le mode de fonctionnement (linéaire ou non linéaire) d'un AO.

– Savoir analyser et reconnaître les principaux montages utilisant l'AO pour réaliser des opérations élémentaires sur les tensions (additionneur, soustracteur, dérivateur, intégrateur, comparateur...).

– Savoir analyser un circuit RLC en utilisant la représentation complexe des grandeurs électriques en régime sinusoïdal permanent (réactance, déphasage, résonance).

– Savoir établir le diagramme de Bode d'un quadripôle (évaluation de la transmittance, du gain en décibel et de la phase).

– Être capable de définir le rôle d'un filtre



passif ou actif à partir de l'analyse de son diagramme de Bode.

P9

## PHYSIQUE QUANTIQUE

Responsable Florent Racht

### PRÉREQUIS

#### Compétences

Maîtriser les notions mathématiques fondamentales.

### PROGRAMME

Dualité onde-corpuscule (effet photo-électrique, effet Compton, relation d'incertitude d'Heisenberg...). Equation de Schrödinger (application à l'effet tunnel). Atome de Bohr.

### COMPÉTENCES

- Connaître les grandes étapes de la fondation de la mécanique quantique (interprétation du rayonnement du corps noir, de l'effet photoélectrique et de l'effet Compton,...).
- Connaître la dualité onde-corpuscule ; connaître le principe d'incertitude de Heisenberg ; savoir définir l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de l'onde associée à un corpuscule.
- Connaître le modèle de l'atome de Bohr.
- Savoir écrire et résoudre l'équation de Schrödinger dans des cas simples à une dimension (potentiel carré, ...) ; savoir définir les facteurs de réflexion et de transmission ; connaître l'effet tunnel.

P10

## ÉLECTROMAGNÉTISME 2

Responsable Michel Chrysos

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Cours de bases d'électrostatique de L1 ; cours d'électrostatique de L2 (P6) ; cours de magnétostatique de L2 (P8) ; cours d'électromagnétisme 1 (P9).

### Compétences

Maîtriser les concepts de flux et de circulation. Savoir appliquer les théorèmes de Gauss et d'Ampère pour des charges ou des courants à géométrie simple. Savoir faire des calculs impliquant des opérateurs différentiels. Savoir reconnaître les symétries du champ électrostatique ou magnétostatique en fonction de la symétrie de ses sources. Savoir démontrer et manipuler les équations de Maxwell en régime stationnaire.

### PROGRAMME

Phénomène d'induction électromagnétique ; loi de Lenz ; loi de Faraday ; équation de Maxwell-Faraday ; champ électromoteur ; force électromotrice ; flux coupé ; courant de déplacement ; inductance propre ; inductance mutuelle ; théorème de réciprocité ; conversions électromécaniques ; moteurs électriques ; freinage ; transformateur ; insuffisance du théorème d'Ampère ; équation de Maxwell-Ampère ; propagation des potentiels scalaire et vecteur ; propagation des champs électrique et magnétique ; ondes électromagnétique se propageant dans le vide ; onde Hertzienne ; antenne Hertzienne. Le concept de rayonnement en tant qu'onde électromagnétique ; aspects historiques.

### COMPÉTENCES

- Savoir énoncer, démontrer, et manipuler les quatre équations de Maxwell.
- Savoir écrire et démontrer les équations de propagation pour les potentiels scalaire et vecteur en présence ou en absence de sources.
- Savoir écrire et démontrer les équations de propagation dans le vide pour les champs électrique et magnétique.
- Pouvoir écrire l'expression du champ électrique ou magnétique pour une onde plane et savoir l'expliquer.
- Connaître les principales propriétés d'une onde plane.



## RELATIVITÉ

Responsable **Victor Teboul**

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Mathématiques et physique du LI.

*Compétences*

Savoir appliquer les mathématiques et la physique du LI.

### PROGRAMME

Incohérences de la physique non-relativiste, équations de Lorentz, la physique dans un espace à 4 dimensions, contraction des longueurs et dilatation du temps, paradoxe de Langevin, effet Doppler, aberration des étoiles, dynamique relativiste, expérience de la boîte d'Einstein, relation masse énergie, principe d'équivalence, introduction à la relativité générale.

### COMPÉTENCES

- Comprendre la dilatation du temps, et la contraction des longueurs.
- Savoir utiliser les équations de Lorentz.
- Comprendre l'effet Doppler pour la lumière et savoir calculer un décalage vers le rouge ou le bleu.
- Avoir une vision générale et synthétique de la relativité restreinte.

## TP PHYSIQUE

Responsable **Mihaela Girtan**

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Notions de terminale S en physique, chimie et mathématiques, Notions de Physique-Chimie générale LIS1 et LIS2.

*Compétences*

Connaître les grandeurs physiques, connaître les unités du système international, les transformations des unités, connaître les lois

physiques niveaux seconde, première, terminale S, LIS1 et LIS2.

### PROGRAMME

- Diffraction et interférences.
- Goniomètre.
- Chaleur latente.
- Lois des gaz parfait.
- Calorimétrie.
- Filtres actifs.
- Bobines de Helmholtz.

### COMPÉTENCES

- Comprendre des phénomènes physiques, être capable de réaliser les montages expérimentaux, être capable de détecter un dysfonctionnement et y remédier, être capable de reproduire les expériences, écrire les formules physiques associées à différentes lois.
- Être capable, à partir d'une expérience, de tirer une conclusion, de formuler une loi, d'imaginer une autre expérience ou un autre montage expérimental afin de faire de nouvelles études.
- Être capable de trouver des solutions à des problématiques et situations nouvelles.
- Être capable de faire une synthèse des résultats et des observations.

# CHIMIE

## THERMOCIMIE 1

Responsable Sébastien Sourisseau

P6

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Cours LI PC : description de l'évolution d'un système fermé en réaction chimique : avancement de réaction et bilan de matière.

#### Compétences

– Maîtriser l'utilisation des grandeurs molaires et de composition pour décrire les transformations physico-chimiques en solution, en phase liquide, en phase solide ou gazeuse.

– Distinguer la modélisation d'une transformation et la description quantitative de l'évolution d'un système prenant en compte les conditions expérimentales choisies pour réaliser la transformation.

– Décrire qualitativement et quantitativement un système chimique dans l'état initial ou dans un état d'avancement quelconque.

### PROGRAMME

Bilan énergétique d'une transformation physico-chimique, le premier principe de la thermodynamique : notions d'énergie interne, de travail et de quantité de chaleur, d'enthalpie de réaction.

### COMPÉTENCES

– Déterminer une variation de fonction d'état ( $U$  et  $H$ ) d'un système au cours d'une transformation.

– Savoir définir l'état standard d'un constituant et une grandeur molaire standard.

– Déterminer une enthalpie, une énergie interne, standard de réaction à  $T = 298\text{K}$  et à une température quelconque en fonction des différentes données thermodynamiques tabulées ou de la loi de Hess..

– Savoir définir et utiliser les enthalpies standard de formation, d'ionisation, d'affinité électronique et de changement d'état, ainsi que les énergies de liaison.

– Déterminer la température d'explosion et de flamme adiabatiques des conducteurs pleins ou creux (répartition de charges, champ et potentiel).

– Savoir calculer la capacité d'un condensateur de géométrie simple (plane, cylindrique, sphérique) vide ou avec un matériau diélectrique entre les armatures.

– Connaître les conséquences et applications des propriétés électriques des conducteurs.

P7

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Thermochimie 1, période P6 : Bilan énergétique d'une transformation physico-chimique, le premier principe de la thermodynamique : notions d'énergie interne, de travail et de quantité de chaleur, d'enthalpie de réaction.

#### Compétences

– Savoir déterminer une variation de fonction d'état ( $U$  et  $H$ ) d'un système au cours d'une transformation

– Savoir définir l'état standard d'un constituant et une grandeur molaire standard

– Savoir déterminer une enthalpie, une énergie interne, standard de réaction à  $T = 298\text{K}$  et à une température quelconque en fonction des différentes données thermodynamiques tabulées ou de la loi de Hess.

### PROGRAMME

– Le second principe de la thermodynamique : notion d'entropie.

– Évolution des systèmes : états d'équilibre et hors équilibre : enthalpie libre de réaction, notion de potentiel chimique.

### COMPÉTENCES

– Savoir définir l'état standard d'un constituant et une grandeur molaire standard.

– Déterminer une variation de fonction d'état ( $U$ ,  $H$ ,  $S$  et  $G$ ) d'un système au cours d'une transformation.

– Déterminer une enthalpie, énergie interne, entropie, enthalpie libre, standard de réaction



- à  $T = 298\text{K}$  et à une température quelconque en fonction des différentes données thermodynamiques tabulées ou de la loi de Hess.
- Prévoir le sens du transfert thermique entre un système et l'extérieur.
  - Justifier et prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.
  - Écrire les identités thermodynamiques pour les fonctions  $U$ ,  $H$ ,  $S$  et  $G$ .
  - Exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques.
  - Exprimer et déterminer le potentiel chimique d'espèces chimiques dans un mélange simple.
  - Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique dans un état donné à l'aide de l'enthalpie libre de réaction.

P6

## COMPLEXES INORGANIQUES

Responsable **Abdelkrim El-Ghayoury**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

- Équilibres de complexation en solution (LI-MPC-PC).
- Architecture de la matière (LIMPC-PC, atomistique) - environnement électronique de l'atome, notions d'orbitales atomiques, hybridation (LIMPC6PC : Chimie organique).

#### Compétences

- Décrire les orbitales atomiques  $s$  et  $p$ .
- Utiliser la classification périodique des éléments pour déterminer, justifier ou comparer des propriétés : oxydoréduction, polarité, polarisabilité, oxydes des métaux, oxydes des non-métaux, métaux de transition etc...
- Connaître les outils de description des entités chimiques : liaison covalente, nuage électronique, hybridation...
- Maîtriser la représentation des entités chimiques selon la méthode VSEPR.

### PROGRAMME

Compléments d'atomistique. Les complexes métalliques : nomenclature, liaison de valence, champ cristallin, propriétés optiques

et magnétiques.

### COMPÉTENCES

- Décrire un complexe métallique en utilisant la nomenclature classique.
- Maîtriser la notion d'isomérisation dans les complexes métalliques.
- Déterminer l'hybridation d'un centre métallique dans un complexe, donner la configuration électronique d'un ion métallique.
- Déterminer la géométrie du complexe métallique à partir de l'hybridation et inversement.
- Comprendre et utiliser les théories « de valence » et « du champ cristallin » pour appréhender la liaison dans les complexes.
- Interpréter le couleur des complexes en terme de transition énergétique.
- Reconnaître les transitions électroniques de type  $d-d$ .
- Évaluer les propriétés magnétiques d'un complexe (moment magnétique effectif).

P6

## OXYDORÉDUCTION I

Responsable **Philippe Leriche**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Notions de Lycée concernant les réactions d'oxydoréduction.

Atomistique (LI, P1 et P2, environnement électronique de l'atome, électronégativité et nombre d'oxydation).

Chimie physique générale (LI, P1 transformation de la matière, P3 équilibres acido-basiques, P4 équilibres précipitation/complexation, P5, analyse et dosage).

#### Compétences

- Reconnaître un oxydant de son réducteur conjugué.
- Reconnaître puis écrire, par combinaison de deux demi-réactions, une réaction redox.
- Être capable de prévoir, grâce à l'étude du tableau périodique, les propriétés redox d'un élément.
- Déterminer le nombre d'oxydation d'un élément dans un édifice polyatomique.



– Reconnaître et écrire une réaction de précipitation, de complexation ou acide-base et à partir de données quantitatives, établir la constitution d'un mélange une fois l'équilibre atteint.

– Identifier la nature des espèces présentes (acide, base, oxydant, réducteur, complexe...) dans un milieu réactionnel.

### PROGRAMME

Après un retour rapide sur le vocabulaire et les grandes notions en oxydoréduction, le cours se focalise sur les notions d'équilibre redox et de potentiels standard et de Nernst. A l'issue de cet enseignement, les étudiants sont en capacité de définir, de manière qualitative puis quantitative (calcul de  $K$ ), si une réaction redox est thermodynamiquement favorisée. Ils sont également, à partir des conditions réactionnelles, capables d'indiquer le sens d'évolution d'un système, la force électromotrice d'un générateur. Ils maîtrisent l'élaboration de l'expression puis le calcul d'un potentiel standard apparent et sont en capacité d'en déduire les conditions de pH à la réussite d'une réaction redox.

### COMPÉTENCES

– Maîtriser le vocabulaire de l'oxydoréduction (oxydant, réducteur, réaction redox, échange d'électrons, anode, cathode, générateur...).

– Déterminer à l'énoncée de plusieurs potentiels standard les forces relatives des oxydants et réducteurs, les réactions thermodynamiquement favorisées, prépondérantes.

– Calculer la constante d'équilibre d'une réaction redox grâce aux potentiels standard des couples incriminés.

– Écrire et calculer le potentiel de Nernst pour tout couple redox, savoir interpréter cette valeur et en déduire les conditions réactionnelles nécessaires à la réussite d'une réaction redox.

– Écrire le potentiel standard apparent de couples redox et en déduire les conditions de pH nécessaires au succès d'une réaction redox.

## CHIMIE ORGANIQUE 4

Responsable David Canevet

P6

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Nomenclature, isomérisation et stéréochimie, représentation des molécules, orbitales moléculaires, effets inductifs, substitutions nucléophiles.

#### Compétences

– Nommer un composé organique selon la nomenclature IUPAC.

– Savoir distinguer des composés stéréoisomères et nommer leur relation stéréochimique.

– Représenter différents conformères d'un composé (représentation de Cram et projection de Newman).

– Déterminer une configuration (Z, E, R, S).

– Savoir classer des carbocations et carbanions non conjugués par stabilité croissante.

– Classer par acidité ou basicité croissante, des espèces organiques en fonction des effets inductifs considérés.

– Savoir polariser une liaison (effet inductif) sur la base des électronégativités.

– Identifier une espèce nucléophile ou électrophile.

– Distinguer un intermédiaire réactionnel d'un état de transition.

– Représenter les mécanismes  $S_N1$  et  $S_N2$  ainsi que les diagrammes énergétiques correspondants.

### PROGRAMME

– Rappels de LI.

– Hybridation et effets mésomères.

– Grandes classes de réaction en chimie organique.

– Chimie des alcanes (combustion, halogénéation, autres oxydations).

– Substitutions nucléophiles et éliminations (niveau avancé).

### COMPÉTENCES

– Reconnaître des systèmes- $\pi$  délocalisés et savoir écrire des effets mésomères.

– Savoir utiliser tous les effets électroniques



pour expliquer des différences de pKa ou classer des espèces chargées par stabilité croissante.

- Différencier addition, substitution, élimination et réarrangement.
- Savoir lire et représenter un mécanisme réactionnel.
- Connaître les conditions d'halogénéation radicalaire et maîtriser cette réaction sur des alcanes simples.
- Identifier les processus SN1, SN2, E1 et E2, connaître leurs mécanismes respectifs et représenter le profil énergétique correspondant.

P7

## PRÉREQUIS

### Notions et contenus

Notions de L1 et P6.

### Compétences

Compétences développées en L1 et développées en P6 (voir ci-dessous).

## PROGRAMME

- Chimie des alcènes.
- Chimie des alcynes.
- Aromaticité et anti-aromaticité.
- Chimie des noyaux aromatiques.

## COMPÉTENCES

- Savoir préparer des alcènes et en connaître la réactivité face à divers réactifs (addition électrophile).
- Savoir préparer des alcynes et en connaître la réactivité face à divers réactifs (addition électrophile et réactions acido-basiques).
- Identifier un composé aromatique ou anti-aromatique.
- Savoir écrire les mécanismes de type SEAr et SNAr et connaître les réactifs de base pour la fonctionnalisation des composés aromatiques.

P8

## OXYDORÉDUCTION 2

Responsable **Philippe Leriche**

## PRÉREQUIS

### Notions et contenus

Cours L2 MPC : Oxydoréduction 1 (Période P7).

### Compétences

- Déterminer, à partir des potentiels standard des couples impliqués et de la valeur de la constante d'équilibre, des réactions thermodynamiquement favorisées.
- Calculer et exploiter le potentiel de Nernst.
- Calculer le potentiel standard apparent.

## PROGRAMME

Après avoir défini les différentes espèces d'électrodes, un premier focus est porté sur la relation entre grandeurs thermodynamiques et potentiels redox. Une fois ce préambule établi, il est exploité (cycles de Hess, diagrammes de Latimer) de diverses manières afin d'explicitier les interdépendances entre réactions redox, acide-base, de précipitation ou de complexation. Ces phénomènes trouvant des applications en chimie analytiques, environnementale ou industrielle, quelques exemples sont développés.

Enfin, les potentiels standard apparents sont exploités pour construire puis exploiter / interpréter des diagrammes potentiels-pH simplifiés.

## COMPÉTENCES

- Reconnaître une espèce d'électrode et savoir en exploiter les spécificités.
- Construire et exploiter un diagramme de Latimer.
- Construire et exploiter un cycle de Hess à base (entre autres) de demi-réactions redox.
- Construire et exploiter un diagramme potentiels standard apparent - pH simple  
Comprendre qualitativement puis quantifier l'influence d'une modification de pH, l'ajout d'un réactif permettant précipitation ou complexation sur les propriétés d'un couple redox.



## MODULE EXPÉRIMENTAL EN CHIMIE

Responsable **Maïtena Oçafrain**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Cours de première année de chimie des solutions (équilibres acidobasiques, de précipitation, de complexation...), de chimie physique (atomistique, interactions intermoléculaires) et de chimie organique.

Cours de deuxième année de spectroscopie moléculaire.

#### Compétences

Maîtriser les connaissances fondamentales des différentes notions abordées dans les cours cités ci-contre.

Savoir-faire expérimentaux :

Mettre en œuvre différentes techniques expérimentales usuelles de laboratoire : montage à reflux, extraction liquide-liquide, distillation sous pression réduite, filtration sous pression réduite, analyse par chromatographie sur couche mince, séchage d'un solide ou d'un liquide, mesure d'un pH, réalisation d'une gamme étalon, acquisition d'un spectre d'absorption UV-Visible etc...

### PROGRAMME

Module d'ouverture technique illustrant des applications de la chimie :

– Interaction matière lumière : synthèse et caractérisation de molécules et matériaux à propriétés spécifiques.

– Chimie de l'environnement urbain et industriel : traitement physicochimique de l'eau (mesure de la turbidité, analyse de la matière organique par COT) et dépollution des sols (extraction d'hydrocarbure d'un sol pollué et analyse chromatographique (HPLC et/ou CPG).

### COMPÉTENCES

– Connaître et comprendre les différentes propriétés physicochimiques des molécules afin d'expliquer les interactions intermoléculaires observées lors des différentes techniques expérimentales utilisées

– Exploiter un diagramme énergétique moléculaire en lien avec les propriétés d'une molécule et d'un matériau

Activités expérimentales : être capable de mettre en œuvre de manière autonome différents protocoles expérimentaux constitués d'expériences qualitatives et quantitatives, en réinvestissant les savoir-faire expérimentaux fondamentaux acquis en première année.

## SPECTROSCOPIE MOLÉCULAIRE

Responsable **Sébastien Sourisseau**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Cours de chimie « structure de la matière » et de « chimie organique descriptive » de niveau Terminal et LI MPC-PC.

#### Compétences

– Identifier et décrire les groupes fonctionnels d'une molécule.

– Écrire les schémas de Lewis des molécules.

– Connaître la nomenclature simple des molécules en chimie organique.

– Exploiter des spectres UV-visible, IR et RMN simples pour déterminer des groupes caractéristiques, ou relier un spectre à une molécule donnée.

### PROGRAMME

Résonance magnétique nucléaire (RMN), spectroscopie Infra-Rouge (IR), spectroscopie Ultraviolet-Visible (UV-visible) : initiation aux phénomènes physiques associés et applications à l'identification des produits chimiques.

### COMPÉTENCES

– Décrire les principes physiques associés aux méthodes spectroscopiques usuelles : interaction matière – rayonnement dans l'UV-visible (loi de Beer et Lambert), dans l'infra-rouge (modes vibrationnels, potentiel harmonique, loi de Hooke), par un champ magnétique (blindage, déblindage, déplacement chimique, couplage spin-spin).

– Reconnaître et extraire des informations,

identifier des molécules, à l'aide de spectres UV-visible, IR et RMN.

– Prévoir une information spectroscopique à partir de la structure chimique.

P9

## THERMOCIMIE 2

Responsable Sébastien Sourisseau

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

iodes P6 et P7 : Bilan énergétique d'une transformation physico-chimique, le premier principe de la thermodynamique : notions d'énergie interne, de travail et de quantité de chaleur, d'enthalpie de réaction.

Le second principe de la thermodynamique : notion d'entropie.

Evolution des systèmes : états d'équilibre et hors équilibre : enthalpie libre de réaction, notion de potentiel chimique.

#### Compétences

– Savoir déterminer une variation de fonction d'état ( $U$ ,  $H$ ,  $S$  et  $G$ ) d'un système au cours d'une transformation.

– Savoir déterminer une enthalpie, énergie interne, entropie, enthalpie libre, standard de réaction à  $T = 298\text{K}$  et à une température quelconque en fonction des différentes données thermodynamiques tabulées ou de la loi de Hess.

– Savoir exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques.

– Savoir exprimer et déterminer le potentiel chimique d'espèces chimiques dans un mélange simple.

– Savoir prévoir le sens d'évolution d'un système chimique dans un état donné à l'aide de l'enthalpie libre de réaction.

### PROGRAMME

Évolution des systèmes : états d'équilibre et hors équilibre, enthalpie libre de réaction et affinité chimique, notion de potentiel chimique, influence de différents paramètres sur les transformations physico-chimiques. Constitution d'un système à l'équilibre.

### COMPÉTENCES

– Déterminer la valeur de la constante d'équilibre à une température quelconque.

– Déterminer la composition d'un système physico-chimique à l'équilibre.

– Identifier les paramètres d'influence et déterminer leur sens d'évolution pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable.

– Compétences expérimentales.

– Mettre en œuvre de manière autonome différents protocoles expérimentaux d'expériences qualitatives et quantitatives, correspondant à l'ensemble des notions abordées lors des cours de Thermochimie 1,2 et 3.

– Rédiger une description complète et une analyse argumentée d'un ensemble de faits expérimentaux observés.

– Exploiter à l'aide d'un logiciel un ensemble de points expérimentaux.

– Utiliser un système d'acquisition automatique.

## CHIMIE THÉORIQUE

Responsable Thomas Cauchy

P9

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Le cours fait largement appel aux savoirs basiques en atomistiques : modèle atomique de Bohr, formules développées et notions de liaisons covalentes. Ce cours sera l'occasion de revoir les méthodes VSEPR et d'hybridation.

Concernant le bagage mathématique les concepts essentiels sont : équation différentielle aux valeurs propres, opérateurs et matrices. Mais ils seront représentés lors du cours.

### PROGRAMME

A l'échelle moléculaire, la chimie est essentiellement une histoire d'électrons. Comment quelques électrons peuvent former des édifices, les molécules, aussi stables ? Qu'est-ce qu'une liaison chimique ? Pourquoi certaines molécules réagissent entre elles ? Peut-on



prédire le résultat de ces réactions ? Ce cours a pour but de présenter la seule théorie décrivant correctement la structure électronique : la mécanique quantique !

Contenus : Notions de quantification et de dualité onde-corpuscule. Équation de Schrödinger pour la boîte de potentiel et pour l'atome d'hydrogène. Diagramme d'orbitales moléculaires obtenu par combinaison linéaire d'orbitales atomiques.

### COMPÉTENCES

- Mobiliser les concepts essentiels des mathématiques, de la physique et de l'informatique dans le cadre des problématiques de la chimie.
- Manipuler les mécanismes fondamentaux à l'échelle microscopique.

P10

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Le cours fait largement appel aux savoirs basiques en atomistiques : modèle atomique de Bohr, formules développées et notions de liaisons covalentes.

Il poursuit de plus l'UE Chimie théorique 1, où les notions fondamentales de mécanique quantique sont présentées ainsi que le principe des diagrammes d'orbitales moléculaires.

#### Compétences

- Mobiliser les concepts essentiels des mathématiques, de la physique et de l'informatique dans le cadre des problématiques de la chimie.
- Manipuler les mécanismes fondamentaux à l'échelle microscopique.

### PROGRAMME

A l'échelle moléculaire, la chimie est essentiellement une histoire d'électrons. Comment quelques électrons peuvent former des édifices, les molécules, aussi stables ? Qu'est-ce qu'une liaison chimique ? Pourquoi certaines molécules réagissent entre elles ? Peut-on prédire le résultat de ces réactions ? Ce cours a pour but de présenter la seule théorie décrivant correctement la structure

électronique : la mécanique quantique !  
Contenus : Connaître la structure électronique des atomes du groupe principal. Connaître la structure électronique (diagramme d'orbitales moléculaires) de fragments simples ( $H_2$ ,  $H_3$ ,  $AH_2$ ,  $AH$ ,  $AH_3$ ). Utiliser de façon pertinente le vocabulaire particulier de cette matière. Connaître la structure électronique (diagramme d'orbitales moléculaires) de molécules diatomiques du groupe principal. Distinguer les éléments de symétrie au sein d'une molécule. Faire le lien la structure électronique, la réactivité, le schéma de Lewis, la notion de valence et d'atome. Comprendre la différence entre CLOA et hybridation. Construire une structure plus complexe à partir de fragments simples.

### COMPÉTENCES

Manipuler les mécanismes fondamentaux à l'échelle microscopique. Relier un phénomène macroscopique aux processus microscopiques.

P9

## CHIMIE INORGANIQUE 1

Responsable **Nicolas Mercier**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Bases de chimie générale.  
Calcul algébrique simple.

#### Compétences

Savoir lire le tableau périodique (métaux/non-métaux, d'oxydation des éléments,...)  
Calculer une distance entre deux points, et calculer un angle entre deux vecteurs dans un repère 3D.

### PROGRAMME

- Rappel sur le tableau périodique, les différents types de composés, de solides.
- Les liaisons fortes (liaison métallique, liaison covalente et liaison ionique) et les liaisons faibles (van der Waals, hydrogène,...).
- Le cristal à l'échelle atomique : périodicité cristalline, systèmes cristallins.



- Outils pour la représentation et la description du solide cristallisé (cristallographie).
- Cristallographie des métaux (empilements compacts) et de composés simples.

### COMPÉTENCES

- Identifier la nature de divers solides (moléculaires, ioniques, ...).
- Connaître les différents types de liaison entre atomes (nature, force).
- Savoir représenter une structure cristalline en projection à partir des coordonnées atomiques réduites.
- Savoir analyser la projection d'une structure cristalline (coordonnées atomiques, coordonnée, distances inter-atomiques, ...).

P10

## CHIMIE INORGANIQUE 2

Responsable **Nicolas Mercier**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

Bases de chimie générale et thermochimie  
Bases de cristallographie (P9).

#### Compétences

Notions de phases, de variance.

### PROGRAMME

- Introduction à la non-stoechiométrie : désordre intrinsèque et faits expérimentaux.
- Non-stoechiométrie de type substitution (solutions solides), lacunaire ou interstitiel ; défauts ioniques et électroniques ; propriétés des composés non-stoechiométriques.
- Diagrammes de phase solide-liquide d'un mélange de deux constituants : variance, nature des phases en fonction de la température et de la composition (mélange, composés définis, solutions solides, ...).

### COMPÉTENCES

- Identifier le type de non-stoechiométrie (substitution, lacunaire, insertion), les défauts ioniques et les défauts électroniques.
- Équilibrer une réaction conduisant à un composé non-stoechiométrique en tenant compte du type de non-stoechiométrie.

- Connaître les propriétés associées à la non-stoechiométrie.
- Établir un diagramme de phases à partir de données expérimentales (courbes de refroidissement).
- Interpréter un diagramme de phase (domaines, phases en présence, variance associée aux domaines, identification d'un eutectique, d'un péritectique).
- Calcul de la variance, règle des moments inverses.

P9

## CHIMIE ORGANIQUE 5

Responsable **Antoine Goujon**

### PRÉREQUIS

#### Notions et contenus

- Notions sur les effets électroniques : effets inductifs et effets mésomères.
- Savoir reconnaître un composé aromatique : Règle de Huckel.
- Savoir reconnaître les grandes réactions de chimie organique : SN 1 et 2, Élimination 1 et 2, SEAr.

#### Compétences

- Savoir écrire une délocalisation dans un système conjugué.
- Pouvoir évaluer l'acidité ou la basicité en fonction des effets inductifs et mésomères.
- Pouvoir modifier un cycle aromatique en utilisant des conditions standards : halogénéation, nitration, alkylation et acylation de Friedel et Crafts.
- Être en mesure de former des alcènes et alcynes et de connaître la chimie autour de ces insaturations : Halogénéation, oxydations, hydroboration...
- Faire la différence entre une SN1 et une SN2 en indiquant les conséquences stéréochimiques.

### PROGRAMME

- Préparation des dérivés halogénés et activation des alcools.
- Chimie organométallique autour du magnésium et du lithium ; Addition nucléophile.
- Suivi de réactions par analyses spectrales.



– Introduction à la chimie des composés carbonylés.

### COMPÉTENCES

- Connaître les propriétés d'organomagnésiens et d'organolithien.
- Savoir écrire les mécanismes autour de ces organométalliques : Addition Nucléophile, Addition-élimination, déprotonation.
- Être capable d'évaluer les changements après réaction par lecture de spectres IR et RMN 1H.
- Connaître les propriétés de la fonction carbonyle, savoir écrire une addition nucléophile (réversible ou non) sur une cétone ou un aldéhyde.

P10

## CHIMIE ORGANIQUE 6

Responsable **Antoine Goujon**

### PRÉREQUIS

#### *Notions et contenus*

- Préparation des dérivés halogénés et activation des alcools.
- Chimie organométallique autour du magnésium et du lithium ; Addition nucléophile.
- Suivi de réactions par analyses spectrales.
- Introduction à la chimie des composés carbonylés.

#### *Compétences*

- Connaître les propriétés d'organomagnésiens et d'organolithien.
- Savoir écrire les mécanismes autour de ces organométalliques : Addition Nucléophile, Addition-élimination, déprotonation.
- Être capable d'évaluer les changements après réaction par lecture de spectres IR et RMN 1H.
- Connaître les propriétés de la fonction carbonyle, savoir écrire une addition nucléophile (réversible ou non) sur une cétone ou un aldéhyde.

### PROGRAMME

Les contenus acquis en P9 seront approfondis à travers deux introductions thématiques : la chimie de l'environnement et celle

des colorants.

### COMPÉTENCES

- Proposer des voies de synthèse pour des molécules d'intérêt fondamental ou industriel.
- Mettre en œuvre les notions de chimie organique de L1 et L2 dans un contexte appliqué.



# MATHÉMATIQUES

P6

## MÉTHODES MATHÉMATIQUES POUR L'INGÉNIERIE

Responsable [Frédéric Proia](#)

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Contenu d'analyse et d'algèbre de la LI.

*Compétences*

Etude des fonctions d'une variable réelle ; Dérivation des fonctions usuelles ; Calcul de primitives des fonctions usuelles et intégration sur un segment ; Algèbre matricielle élémentaire ; Nombres complexes.

### PROGRAMME

Ce module se donne deux objectifs pour les étudiants de mathématiques appliquées : renforcer la pratique du calcul par l'exemple, et traiter des problèmes concrets. Nous approfondirons les connaissances des étudiants sur des notions telles que les nombres complexes, la dérivation partielle des fonctions de plusieurs variables, les intégrales multiples appliquées au calcul d'aires ou de volumes, les équations différentielles ou encore le calcul matriciel. Nous privilégierons l'aspect calculatoire à la théorie et les approches proposées seront munies d'exemples concrets tirés du travail de l'ingénieur.

### COMPÉTENCES

- Savoir mettre en équations un problème scientifique décrit par des phrases simples.
- Maîtriser l'aspect calculatoire dédié aux nombres complexes.
- Avoir des notions basiques sur le principe de la dérivation partielle des fonctions de plusieurs variables.
- Avoir des notions basiques sur le principe calculatoire d'une intégrale multiple appliquée à une aire ou à un volume.
- Savoir résoudre les équations différentielles du premier ordre et du second ordre à coefficients constants.

- Connaître globalement les principaux résultats liés au calcul matriciel.
- Mettre toutes ces connaissances au service de la résolution de problèmes simples.

P8

## ALGÈBRE LINÉAIRE ET APPLICATIONS POUR PHYSICIENS

Responsable [Hervé Leblond](#)

### PRÉREQUIS

*Notions et contenus*

Équations polynômiales, équation du 2nd degré. Transformations géométriques simples (projection, translation, etc.).

Équation différentielle  $y' = ay$ .

*Compétences*

Savoir résoudre une équation du second degré, du troisième degré possédant une racine évidente.

### PROGRAMME

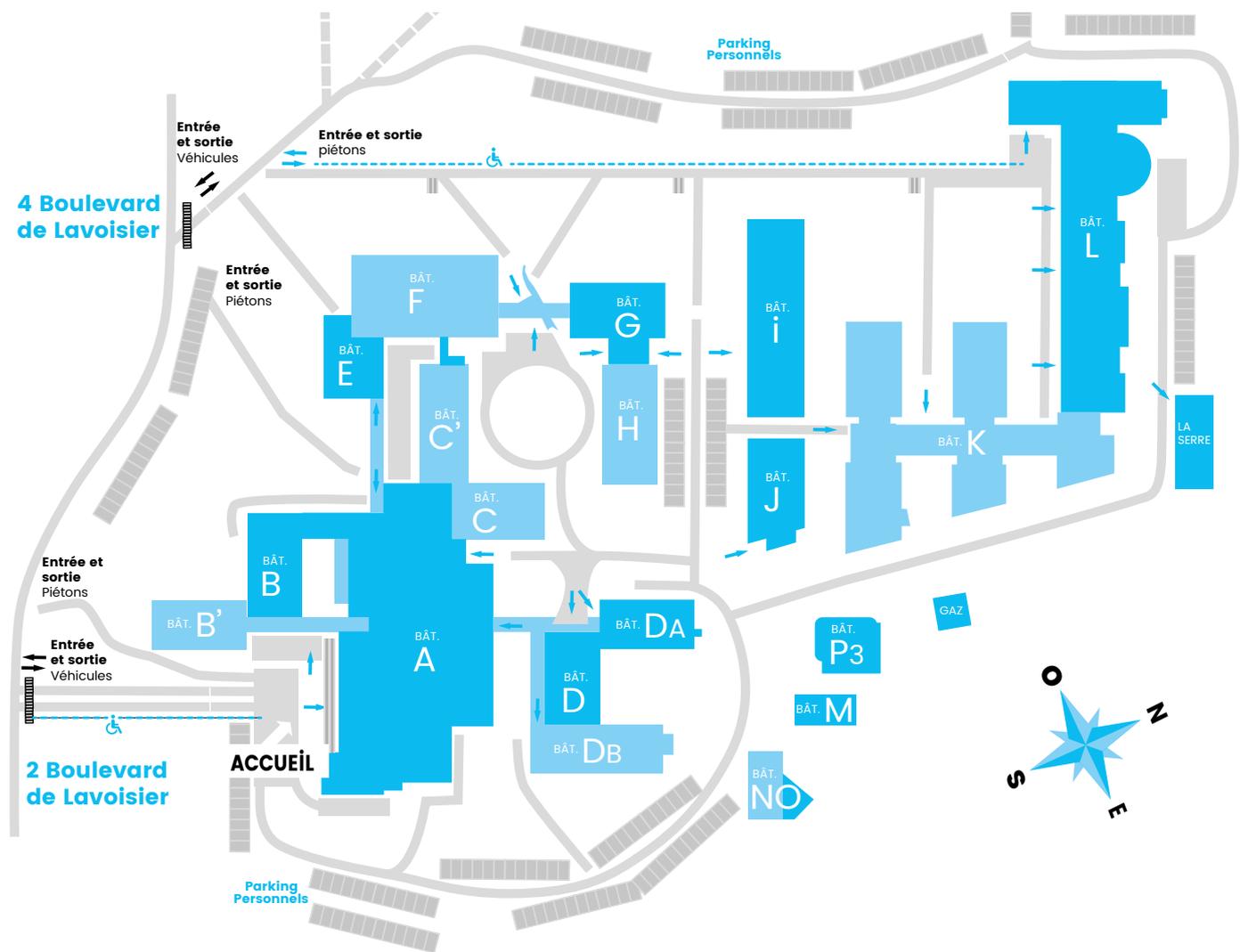
Notion de matrice. Calcul matriciel. Valeur propre, vecteur propre. Diagonalisation. Applications à la géométrie et aux systèmes différentiels.

### COMPÉTENCES

Savoir écrire sous forme matricielle une transformation linéaire donnée. Savoir effectuer des produits et sommes de matrices de petite taille. Savoir déterminer les valeurs propres et vecteurs propres d'une matrice diagonalisable de petite taille.







- A** Scolarité | Accueil | Enseignement (Amphi A à E) | Administration
- B** Enseignement biologie
- B'** Enseignement biologie
- C** Enseignement chimie
- C'** Recherche
- D** Enseignement physique
- Da** Enseignement physique
- Db** Recherche
- E** Enseignement biologie
- F** Enseignement biologie | Recherche
- G** Enseignement géologie | informatique
- H** Enseignement informatique | Recherche
- I** Enseignement mathématiques | Recherche
- J** Enseignement chimie
- K** Recherche
- L** Enseignement transversaux | Enseignement (Amphi L001 à L006)

Impression Service Reprographie UA

**Ua'**

**FACULTÉ  
DES SCIENCES**  
UNIVERSITÉ D'ANGERS

2, Boulevard Lavoisier  
49045 ANGERS CEDEX 01  
T. 02 41 73 53 53  
www.univ-angers.fr

