

# Algorithmique et complexité



**ECTS**  
9 crédits



**Etablissement(s)**  
UFR  
Mathématiques



**Volume horaire**  
84h

## En bref

- **Forme d'enseignement** : Cours magistral, Travaux dirigés & Travaux pratiques
- **Ouvert aux étudiants en échange**: Non

## Présentation

### DESCRIPTION

Consolidation des connaissances en algorithmique, connaissance des rudiments de la complexité et des approches algorithmiques classiques.

Le cours est en partie mutualisé avec le master Math-Info.

- les étudiants du M1 mathématiques suivent les deux parties du cours (sur 12 semaines)
- les étudiants du M1 mathématiques-informatique suivent la seconde partie du cours (sur les 8 dernières semaines). Les étudiants de cette filière peuvent néanmoins suivre la première partie s'ils le désirent.

#### Algorithmique

- Algorithmes (tris, ...) et méthodes algorithmiques (diviser pour régner, recherche exhaustive, programmation dynamique, algorithmes gloutons) de bases.
- Structures de données classiques : liste, file, pile, arbre, graphes, table de hachage.
- Graphes, algorithmes classiques de base : parcours, recherche de cycle, tri topologique, arbre de recouvrement, décomposition en composantes connexes, plus courts chemins
- Maîtrise d'un langage de programmation impératif

**Volume horaire** : 3h CM + 4h TD/TP pendant 4 semaines puis 1h TP pendant 8 semaines

#### Complexité

- Introduction : modèle de calcul, pseudo-langage
- Situer la difficulté algorithmique de certains problèmes classiques. Quelques exemples :
  - Temps polynomial : méthodes de tris, plus courts chemins

**Pour en savoir plus, rendez-vous sur > [u-paris.fr/choisir-sa-formation](https://u-paris.fr/choisir-sa-formation)**

- Problèmes nécessitant peu de mémoire : accessibilité de deux sommets dans un graphe
- Problèmes nécessitant beaucoup de temps et/ou de mémoire
- Formalisation des mesures de complexité en temps et espace.
- Réductions entre problèmes : transitivité, notion de complétude, problème "représentatif" d'une difficulté algorithmique
- Problèmes réputés difficiles en temps
  - Problèmes difficiles en théorie et en pratique, exemples.
  - NP : définition (algorithmes non-déterministe, witness-checking), NP-complétude
  - Théorème de Cook-Levin : SAT est NP-complet
  - Exemples de problèmes NP-complets et réductions : cliques, ensembles indépendants maximaux, recouvrement des sommets d'un graphe (Vertex Cover), ordonnancement de tâches, contraintes, ....
  - Résolution pratiques de problèmes difficiles : SAT-solver pour le problème de satisfaisabilité, approches pratiques type *kernelization* pour les problèmes paramétrés (exemple de Vertex Cover)
- Problèmes réputés difficiles en espace (et au delà)
  - Espace mémoire polynomial (PSPACE) : définition et exemple (recherche de stratégie gagnante dans des jeux)
  - Problèmes PSPACE-complets
- Algorithmique parallèle
  - Problèmes parallélisables efficacement. Exemples : implémentation des opérations arithmétiques usuelles, multiplication matricielle, matching maximal dans un graphe
  - Classes de complexité parallèle et circuits (NC et AC)
  - Problèmes non-parallélisables efficacement: P-complétude, exemples
- Perspective : comparaison des classes de complexité (efficacité comparée des approches algorithmiques), hiérarchie en temps et en espace
  - Ouvertures possibles : rudiments sur les algorithmes d'approximation, algorithmes probabilistes

**Volume horaire:** 3h CM + 3h TD sur 8 semaines

## HEURES D'ENSEIGNEMENT

|               |                   |     |
|---------------|-------------------|-----|
| Algorithmique | Cours Magistral   | 24h |
| Algorithmique |                   | 16h |
| Algorithmique | Travaux Pratiques | 8h  |
| Complexité    | Cours Magistral   | 24h |
| Complexité    | Travaux Dirigés   | 24h |

## SYLLABUS

### Bibliographie

- Arora, S., & Barak, B. (2009). *Computational complexity: a modern approach*. Cambridge University Press.
- Dasgupta, S., Papadimitriou, C.H., and Vazirani U.V. (2008). *Algorithms*. McGraw-Hill.
- Manber, U. (1989). *Introduction to algorithms: a creative approach*. Reading, MA: Addison-Wesley.

**Pour en savoir plus, rendez-vous sur > [u-paris.fr/choisir-sa-formation](https://u-paris.fr/choisir-sa-formation)**