

# X31I050: architecture des ordinateurs

Syllabus 2023/2024

v. 1, 2023-09-07

**Préambule.** *Tout-e étudiant-e inscrit-e au module X31I050 est réputé-e avoir lu ce syllabus au début du semestre et l'avoir compris.*

## Description du cours

Le cours présente l'architecture des ordinateurs à bas niveau ; les conséquences sur le développement logiciel à haut niveau sont systématiquement évoquées (présence de mémoire cache, limitation des modes d'adressage supportés) car l'objectif du cours est d'apporter aux étudiant-e-s les éléments leur permettant d'améliorer leur pratique du développement logiciel et non d'en faire des spécialistes du matériel.

On partira de la représentation interne de l'information en binaire (en présentant les différents codages pour les nombres entiers signés, les caractères, ainsi que le codage IEEE 754 pour les nombres flottants), puis on montrera comment une instruction machine est décodée par un processeur de type MIPS pour être exécutée (chemin de données). La construction d'un processeur simple monocycle à partir de briques de base (logique combinatoire et séquentielle) sera décrite en détails. L'apprentissage de l'assembleur MIPS permettra d'appréhender la notion de registre et d'adressage de la mémoire. Enfin, on étudiera les différents types de mémoires (RAM, cache, ...) et l'impact de leur utilisation judicieuse sur les performances des programmes.

L'environnement de travail pour tous les travaux pratiques utilise Linux. Tout travail rendu (code et documentation) doit être compatible avec cet environnement.

## Organisation

Le cours est composé de :

- Dix séances de cours magistraux présentant les points importants du cours à l'aide de transparents (un travail personnel important d'approfondissement des notions évoquées est attendu, en particulier par la lecture des différents fascicules fournis). Le cours est décomposé en sept grandes parties :
  1. Représentation de l'information,
  2. Performances,
  3. Logique et circuits combinatoires,
  4. Circuits séquentiels,
  5. Assembleur MIPS,
  6. Instructions et chemins de données,
  7. Pipelines et caches.

Après que chaque partie a été vue en cours magistral, l'étudiant-e doit faire le quiz correspondant sur madoc, de façon à évaluer sa compréhension immédiate des notions abordées. Chaque quiz peut être fait autant de fois que souhaité, y compris seulement partiellement. Il est important de préparer les quiz régulièrement afin d'en tirer tous les bénéfices ;

- Douze séances de travaux dirigés. Les étudiant-e-s doivent **impérativement avoir préparé les exercices demandés par l'enseignant-e avant chaque séance** (Le **planning** donne une liste minimale d'exercices à préparer pour chaque séance). Au cours d'une séance, l'enseignant-e recense auprès des étudiant-e-s les points mal compris du cours, ainsi que les difficultés rencontrées lors de l'exécution des exercices, puis improvise au besoin un mini-cours en interaction avec les étudiant-e-s. La correction effective des exercices en séance est entièrement laissée à l'appréciation de l'enseignant-e, en fonction des difficultés rencontrées par les étudiant-e-s. Le choix de distribuer ou pas une copie des énoncés des feuilles d'exercices de travaux dirigés est laissé à l'appréciation de chaque enseignant-e.

Deux évaluations sur table de 40 minutes sont aussi programmées lors des séances de travaux dirigés, en fonction de l'avancée de chaque groupe (voir le **planning** sur madoc pour un exemple de positionnement des évaluations) ;

- 9 séances de travaux pratiques devant un ordinateur. Lors des travaux pratiques, on implémentera en C ou en C++ certains algorithmes de décodage de l'information binaire ; on utilisera le logiciel **logisim** pour créer des circuits combinatoires et séquentiels (additionneur, UAL, ...) et le logiciel **MARS** pour l'exécution de code assembleur MIPS sur une machine virtuelle. Les outils Logisim et MARS sont gratuits et disponibles pour tous les environnements classiques (Windows, MacOS, Linux). Ils peuvent donc être installés sur les ordinateurs de chacun-e.

Le **planning du module** est disponible sur madoc mais est susceptible d'être modifié au cours du semestre en fonction de l'avancée réelle du cours et de l'emploi du temps de chaque groupe de TD ou TP.

L'assiduité aux cours, aux séances de travaux dirigés et de travaux pratiques est un pré-requis pour une bonne assimilation de l'ensemble des notions vues dans le module. La ponctualité, tant des enseignant-e-s que des étudiant-e-s, est indispensable au bon déroulement des enseignements – particulièrement lors des contrôles sur table sur les créneaux de travaux dirigés – et est la marque d'un respect mutuel. Chaque enseignant-e se réserve le droit de ne pas accepter un-e étudiant-e arrivant en retard.

Conformément à l'article 7.1 du **règlement intérieur de la Faculté des Sciences et des Techniques**, et par respect pour l'enseignant-e et les autres étudiant-e-s, **l'utilisation de téléphones portables est interdite durant les cours et les séances de travaux dirigés et travaux pratiques**. Les exceptions occasionnelles à cette règle devront être motivées et discutées à l'avance avec l'enseignant-e. De même, l'utilisation d'ordinateurs portables durant les cours et les séances de travaux dirigés est **très fortement** découragée.

## Gestion des absences

La gestion des absences est assurée par l'enseignant-e responsable du module suivant les modalités énoncées par l'article 7.5 du **règlement intérieur de la Faculté des Sciences et des Techniques** :

**Art. 7.5** : « Les absences aux épreuves de contrôle continu et aux travaux pratiques doivent être justifiées par un des documents de la liste suivante : un certificat médical validé par le cachet d'un médecin, un certificat de décès d'un parent proche, un certificat d'hospitalisation, une convocation judiciaire, une convocation à un concours, à un entretien professionnel, au permis de conduire, à la Journée Défense et Citoyenneté ou à un congrès des organisations représentatives des étudiant-e-s. Selon les modalités définies par chaque Unité d'Enseignement en début d'année universitaire et dans le cas où la gestion des absences est assurée dans l'Unité d'Ensei-

*gnement, tout justificatif d'absence à un contrôle continu devra être présenté à l'enseignant-e responsable de l'épreuve. L'étudiant-e devra, dans un délai de 48 h après son retour, signaler son absence par voie électronique à l'enseignant-e. Il/elle pourra joindre le justificatif sous forme scannée du document original, ou bien le présenter directement à l'enseignant-e dans les plus brefs délais et au maximum une semaine après son retour. L'original du justificatif d'absence sera conservé par l'étudiant-e et pourra être demandé à tout moment de l'année universitaire en cas de litige. »*

Une absence non justifiée ou justifiée hors des délais prescrits par l'article 7.5 entraînera la note 0 pour l'épreuve concernée.

Les absences sont à déclarer sur la [page dédiée du site de la Faculté des Sciences et des Techniques](#).

## Objectifs du cours

- Connaître la représentation des informations en binaire en machine (entiers signés/non signés, nombres flottants, caractères et chaînes de caractères, instructions);
- Comprendre l'organisation des processeurs et les mécanismes de communication avec les périphériques via les bus (mémoire, disques durs, ...);
- Savoir construire un processeur à partir d'éléments logiques simples (portes ET, OU, ...);
- Comprendre l'impact de l'architecture d'un ordinateur sur les performances d'un programme écrit dans un langage de haut niveau.

## Compétences acquises

- Connaissance de la représentation bas niveau des données manipulées par un programme;
- Connaissance détaillée de l'architecture d'un processeur et de sa décomposition en unités logiques;
- Connaissance pratique de l'assembleur MIPS;
- Connaissance des technologies utilisées pour stocker des données (en mémoire ou sur support de masse).

## Évaluation

La note globale du module se décompose de la façon suivante :

- Une note de contrôle continu comptant pour 50 %. Cette note est composée des éléments suivants :
  - Deux contrôles sur table de 40 minutes lors des séances de travaux dirigés, comptant pour 25 %. Chaque contrôle est constitué d'exercices vérifiant la compréhension des notions vues dans les semaines précédentes. Les documents manuscrits et ceux distribués en cours sont autorisés,
  - Un exercice de travaux pratiques à faire en 01h00 en binôme, comptant pour 10 %. Il s'agit généralement du codage d'une fonction C et d'un programme principal en assembleur MIPS,
  - Un projet de travaux pratiques comptant pour 15 %. Le projet se déroule sur 5 semaines, avec une séance de travaux pratiques encadrée;
- Une note d'examen comptant pour 50 %.

## Le travail en binôme

Certains travaux évalués sont à effectuer en binôme. À cette occasion, il est entendu que chaque membre du binôme contribue à part égale à un travail *commun*. Une répartition du travail à effectuer induisant une interaction faible ou nulle entre les membres ne sera pas considérée comme un travail en binôme et chacun des membres sera considéré comme un monôme à part entière du point de vue de l'évaluation.

## Plagiat

Le travail en petits groupes est généralement encouragé. Cependant, la triche lors des évaluations sera sévèrement punie ; par ailleurs, en accord avec la [charte anti-plagiat](#) de l'université de Nantes ainsi qu'avec l'article 7.2 du [règlement intérieur de la Faculté des Sciences et des Techniques](#), en cas de plagiat (voir la définition extensive sur le [site](#) de l'université), l'équipe enseignante se réserve le droit de saisir le conseil de discipline de l'université.

## Contact

Le responsable actuel du module est Frédéric GOULARD. Toute question relative au contenu ou à l'organisation du module peut lui être posée directement lors des cours, séances de travaux dirigés ou de travaux pratiques. Les contacts en dehors de ces créneaux se font par mail ([frederic.goulard@univ-nantes.fr](mailto:frederic.goulard@univ-nantes.fr)) ou, *sur rendez-vous*, à son bureau (b. 112, bâtiment 11/LS2N de la Faculté des Sciences et des Techniques).