

Diplôme Inter-Universitaire

Enseigner l'informatique au lycée

Document de travail – 20 décembre 2019

Groupe inter-universitaire de réflexion sur la formation d'enseignants en informatique au lycée.

Préambule

Le présent document est un document d'étape, qui préfigure les dossiers de demande de création et d'habilitation de diplôme inter-universitaire à approuver par les instances des universités participantes. Elle est un élément de cadrage et résume les principaux aspects du dossier en cours d'instruction.

L'engagement des universitaires dans ce projet s'inscrit dans la perspective à court terme de la création d'une discipline informatique dans l'enseignement secondaire et des concours de recrutement associés, capes et agrégation d'informatique.

Objectifs et organisation

Objectifs du DIU

L'objectif de cette formation est d'accompagner les futur-e-s enseignant-e-s d'informatique dans l'acquisition des connaissances et compétences minimales nécessaires à l'enseignement de la nouvelle spécialité « [Numérique et Sciences Informatiques](#) » (NSI) en classes de 1ère et de Terminale, dans le cadre de la réforme du lycée. Elle vise aussi à proposer aux enseignants s'engageant dans une formation approfondie en informatique une reconnaissance de leur investissement, en leur délivrant un Diplôme Inter Universitaire (DIU), qui attestera du même niveau de compétences quelle que soit l'université où cette formation aura été validée.

Remarque : Au vu des modalités de mise en œuvre envisagées pour cette formation, et en particulier du volume horaire restreint, il convient de souligner qu'il ne s'agit ici que d'une mise à niveau permettant de faire face, dans l'urgence, à la mise en place initiale de NSI à la rentrée de septembre 2019 avec des enseignants dont la discipline principale n'est pas l'informatique, mais ayant déjà des bases solides en informatique. À court terme, une formation initiale dans les mêmes conditions que pour les autres disciplines sera indispensable pour pérenniser un enseignement de qualité de l'informatique.

Public ciblé

Il est requis que les candidats à l'entrée en DIU possèdent des bases solides en informatique, acquises par exemple :

- par une formation à ISN et une expérience de l'enseignement de cette spécialité,
- ou par une formation initiale universitaire en informatique suivie pendant un cursus de licence en sciences ou technologies,

Un test de positionnement pourra être organisé avant le début de la formation.

Modalités d'organisation

Le DIU est une formation diplômante qui se déroule sur deux années universitaires. C'est une formation hybride qui comporte d'une part cinq semaines de regroupement au sein de l'une des universités partenaires (trois semaines en 2018-2019 et deux en 2019-2020), d'autre part un travail à distance accompagné entre les périodes de regroupement.

Chaque semaine de regroupement comporte 25h d'enseignement présentiel, soit un total de 125h pour l'ensemble des regroupements.

Cette organisation générale est nationale et est conçue de telle manière qu'un participant puisse, le cas échéant, suivre les deux années de formation dans deux universités différentes. L'organisation peut être adaptée localement à condition de respecter les volumes horaires minimaux et le découpage annuel.

Budget de la formation

Un financement par groupe de 24 stagiaires, dont le montant sera identique pour toutes les universités, est en cours d'arbitrage au niveau national entre le MENJ et la CPU, il sera notifié aux universités par le ministère ou les académies.

Contenu pédagogique de la formation

Il est proposé de regrouper le contenu de la formation en cinq blocs, chacun pouvant être traité majoritairement au cours d'une même semaine de regroupement. Chaque bloc permet d'apporter à l'enseignant le recul nécessaire sur un ou deux domaines fondamentaux de l'informatique, les relie aux contenus des blocs précédents et aborde des questions didactiques et/ou historiques associées.

Le niveau de formation proposé suppose comme pré-requis une connaissance des bases de la programmation, du codage de l'information, des algorithmes et des machines. Ces pré-requis généraux sont précisés ci-après pour chacun des blocs de formation.

Le langage de programmation Python sera principalement utilisé dans la formation, ce qui n'empêche pas que d'autres langages soient utilisés.

Les blocs 1 à 3 traitent prioritairement des contenus propres au futur programme de NSI de la classe de première. Ces blocs seront traités avant la rentrée de septembre 2019. Les blocs 4 et 5 concernent plus particulièrement les notions nouvelles propres à la classe de terminale : ils seront abordés pendant la seconde année de formation.

Au cours de la formation, une attention particulière sera portée aux points du programme de NSI qui sont absents de l'actuelle spécialité ISN de Terminale, ou moins développés dans celle-ci. Dans chacun des blocs, un ensemble de connaissances et de compétences préalables seront supposées acquises à l'entrée en formation ; les approfondissements nécessaires seront apportés en cours de formation.

Bloc 1 : Représentation des données et programmation

Objectifs de formation

L'étude des représentations de l'information abordée conjointement avec celle des concepts fondamentaux des langages de programmation, a pour objectif d'outiller l'enseignant dans son choix des activités de programmation à proposer aux élèves, en lui donnant une bonne maîtrise des types de données et des méthodes de programmation. Cela permet d'aborder aussi la didactique de la programmation.

Connaissances préalables

Les thèmes abordés dans ce bloc sont largement présents dans le programme de la spécialité ISN de terminale S. Les notions de base sur la représentation de l'information – codage des nombres entiers, unités –, la programmation impérative – structures de contrôle et types de base – ainsi que les savoir-faire associés à la programmation – usage d'un éditeur, exécution d'un programme, utilisation d'un interpréteur, tests – sont supposés acquis.

Contenu de la formation

Représentation de l'information

- Codage des nombres flottants
- Fichiers et formats usuels, compression et archivage

Langages et programmation

- Types structurés, p -uplets, tableaux et dictionnaires
- Traitement de données en tables (recherche, tris, fusion)
- Modularité, bibliothèques
- Diversité des langages de programmation
- Langages de description de pages web : HTML, CSS
- Programmation web côté client : Javascript
- Gestion des événements dans une interface web
- Spécification, prototypage et tests

Didactique de l'informatique

- Pensée informatique et compétences associées
- Approche instrumentale, approche ergonomique, psychologie de la programmation
- Liens avec les didactiques des mathématiques : théorie des situations, transposition

Alignement sur le projet de programme NSI de 1ère

- Représentation des données : types et valeurs de base, types construits
- Traitement de données en tables
- Langages et programmation
- Interactions entre l'homme et la machine sur le Web

Bloc 2 : Algorithmique

Objectifs de formation

Ce bloc regroupe l'étude des algorithmes fondamentaux, leur preuve de correction et de terminaison. Il est fondamental pour l'enseignant, autant pour transmettre une partie de ces connaissances et méthodes que pour assurer sa pratique professionnelle en lui permettant de valider les corrigés proposés aux élèves, et d'analyser leurs productions avec le recul nécessaire.

Connaissances préalables

Étant donné l'aspect plus théorique de ce bloc, seule une connaissance générale des algorithmes classiques – algorithmes de tri, recherche par dichotomie – est supposée.

Contenu de la formation

Algorithmes classiques

- Algorithmes gloutons (sac à dos, rendu de monnaie)
- Algorithmes de type diviser pour régner
- Algorithme des k plus proches voisins

Correction des algorithmes

- Prédicats et invariants
- Preuve de correction partielle
- Preuve de terminaison

Complexité des algorithmes

- Notion de complexité
- Complexité en temps
- Complexité en mémoire

Les notions théoriques d'algorithmique, seront mises en application dans le cadre du démarrage des activités de projets et de création de séances pédagogiques.

Alignement sur le projet de programme NSI de 1ère

- Algorithmique

Bloc 3 : Architectures matérielles et robotique, systèmes et réseaux

Objectifs de formation

La compréhension détaillée des concepts qui fondent l'architecture des ordinateurs - circuits combinatoires et séquentiels – ainsi que des principes de conception des systèmes d'exploitation et des réseaux donne à l'enseignant le recul nécessaire pour aborder ces thèmes en classe de première et terminale. C'est aussi l'occasion d'aborder l'histoire de l'informatique et de porter une attention particulière aux interfaces homme-machine.

Connaissances préalables

Sont supposées acquises les connaissances du calcul booléen, des circuits combinatoires, des systèmes de gestion de fichiers et des principes généraux des réseaux (adressage, routage, structuration en couches des protocoles réseaux), d'internet et du web.

Contenu de la formation

Architecture des circuits

- Circuits séquentiels et automates
- Architecture de Von Neumann
- Jeu d'instruction et langage machine

Robotique et systèmes embarqués

- Programmation des robots et des cartes
- Acquisition et conversion des signaux analogiques
- Contrôle et commande des actionneurs

Systèmes d'exploitation

- Partage des ressources et virtualisation
- Langages de commande
- Interfaces Homme Machine

Réseaux

- Modèle client-serveur et modèle OSI
- Protocoles de communication d'internet et du web
- Sécurité des communications (chiffrement symétrique et asymétrique)

Alignement sur le projet de programme NSI

- Interactions entre l'homme et la machine sur le Web (première)
- Architectures matérielles et systèmes d'exploitation (première)
- Architectures matérielles, systèmes d'exploitation et réseaux (terminale)

Bloc 4 : Programmation avancée et bases de données

Objectifs de formation

Ce bloc, qui concerne principalement le programme NSI de terminale, aborde d'une part quelques concepts avancés de programmation dont les types de données abstraits, et d'autre part les bases de données relationnelles, du point de vue des modèles, de la conception, des langages de requêtes et des usages des systèmes de gestion de bases de données. L'enjeu pour l'enseignant est de maîtriser avec le recul nécessaire ces thèmes du programme de terminale.

Connaissances préalables

Les connaissances et savoir-faire des blocs 1, 2 et 3 sont pré-requis, ainsi qu'une connaissance préalable des principaux enjeux de la gestion de bases de données.

Contenu de la formation

Structuration de l'information

- Notion informelle de SGBD (Système de Gestion de Bases de Données)
- Bases de données relationnelles, modèle relationnel, schémas, tables et relations
- Contraintes des bases de données relationnelles : clés primaires, étrangères

Langages de données et d'interrogation

- Langage de requête : SQL
- Programmation web côté serveur et interrogation d'une base de données

Paradigmes de programmation

- Programmation impérative
- Programmation fonctionnelle
- Programmation objet
- Programmation événementielle
- Programmation parallèle
- Programmation logique

Structures de données

- Notion de structure de données abstraite
- Listes, piles, files
- Arbres binaires, arbres binaires de recherche
- Graphes
- Choix d'une structure de données

Alignement sur le projet de programme NSI

- Structures de données (terminale)
- Langages et programmation (terminale)
- Bases de données (terminale)

Bloc 5 : Algorithmique avancée

Objectifs de formation

La connaissance des limites théoriques à ce que peut calculer une machine automatique - théorie des fonctions calculables et machines de Turing - donne à l'enseignant le surplomb nécessaire pour comprendre que tous les problèmes ne sont pas décidables. Une étude d'algorithmes avancés dont un ou des algorithmes d'apprentissage permet à l'enseignant de mettre en perspective les enjeux actuels de l'intelligence artificielle.

Connaissances préalables supposées

Les connaissances et savoir-faire des blocs 1, 2 et 3 sont pré-requis pour suivre ce bloc.

Contenu de la formation

Algorithmes classiques

- Algorithmes sur les listes, arbres binaires, arbres binaires de recherche et graphes (notamment parcours en profondeur et en largeur)

Algorithmes avancés

- Programmation dynamique
- Algorithmes randomisés
- Recherche textuelle
- Introduction à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage

Complexité et calculabilité

- Complexité et classes de problèmes
- Calculabilité, décidabilité et machines de Turing

Alignement sur le projet de programme NSI

- Algorithmique (terminale)

Modalités pédagogiques

La formation met l'accent sur le travail en équipe (collaboration, pédagogie par projets, co-construction de ressources).

La formation présente un équilibre entre contenus théorique et pratique (travaux sur machine) visant à assurer aux participants un niveau de maîtrise des notions, de recul théorique et d'aisance technique leur permettant d'enseigner ces sujets dans de bonnes conditions.

On encouragera également chez les participants une réflexion individuelle et collective sur la didactique de l'informatique, par le partage des points de vue et des expériences de chacun, en s'appuyant notamment sur l'expérience des enseignants d'ISN.

Format des séances en présentiel

Les séances de formation en cours de regroupement prendront essentiellement l'une des formes suivantes, selon le moment de la formation :

Séances de travaux pratiques sur machine. Ces séances, autonomes ou encadrées par un formateur, ont pour objet d'explorer un thème bien défini du programme par le biais de la programmation. Elles seront précédées ou entrecoupées d'apports théoriques ponctuels en cas de nécessité, mais on évitera un exposé du type « cours magistral ». Il est souhaitable que chaque participant dispose lors de ces séances d'un poste de travail individuel.

Séances de travail en groupe. Ces séances de type « projet » ou « résolution de problème » ont pour objectif d'amener des groupes de 3 à 4 participants à mener une réflexion collective sur un sujet donné, de nature pédagogique (conception d'une ressource pour la classe) ou scientifique (résolution d'un problème algorithmique par exemple).

Séances de restitution. Au cours de ces séances, un ou plusieurs groupes de participants présentent le travail qu'ils ont réalisé sur un point donné. Cette présentation fait ensuite l'objet d'une discussion entre toutes les personnes présentes, et d'approfondissements éventuels si nécessaire.

Espace numérique de formation

Dans un but de meilleure coordination des sites, de mutualisation des ressources, de facilité de diffusion du matériel de formation et de constitution d'une communauté d'enseignants, un espace en ligne (de type *Moodle*) commun à l'ensemble du DIU sera mis à disposition.

Cet espace permettra aussi de favoriser la cohésion entre formateurs entre les différents sites, et de mutualiser les efforts de conception.

Dans cet espace, les utilisateurs seront regroupés par site, mais la communication entre participants des différents sites sera également possible et encouragée. Lors de la production de travaux (réalisations informatiques ou construction de matériel pour la classe), la mise à disposition à l'ensemble des participants pourra contribuer à nourrir les pratiques et réflexions de chacun.

Modalités de validation du DIU

Les modalités sont en cours de discussion au sein du groupe de travail pour aboutir à des modalités communes définies au niveau national de manière suffisamment générale pour pouvoir être adaptées localement.

Sont posés comme principes :

- L'évaluation intégrera une double dimension disciplinaire (validation des compétences en informatique) et didactique (validation des compétences en lien avec son enseignement).
- La validation se fera par blocs sans compensation, le DIU étant validé si et seulement si l'ensemble des blocs est validé.
- Les évaluations pourront porter sur des réalisations individuelles et/ ou collectives, chaque candidat devant être évaluée au moins une fois sur une réalisation collective et au moins une fois sur une production individuelle.