



(R)évolutions de l'informatique dans le sup : orientation et pratiques pédagogiques !

Bruno Mermet¹

Le 25 mai 2022 avait lieu la journée Enseignement² de la Société informatique de France. Après deux années passées à nous rencontrer principalement via écran interposé, pouvoir se retrouver (ou faire connaissance) était un événement attendu de tous. Certes, la date retenue, juste avant le week-end de l'Ascension, peu après les « épreuves anticipées reportées » du baccalauréat, n'a pas permis à toutes les personnes intéressées de pouvoir venir; mais la cinquantaine de participants était ravie d'être là.

Après l'édition précédente qui avait abordé la question des débouchés en termes d'études pour les élèves ayant suivi la spécialité NSI, cette nouvelle journée était l'occasion de faire un bilan après la première année de ces nouveaux bacheliers dans le supérieur.

La journée fut ainsi divisée en trois temps. Une première partie fut la présentation des choix d'orientation des nouveaux bacheliers ayant suivi la spécialité NSI par Jean-Marie Chesneaux, inspecteur général à l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR) en charge de NSI. Dans un second temps, les structures d'accueil de ces nouveaux étudiants furent présentées par des collègues issus de diverses composantes de formations. Enfin, l'après-midi fut consacrée à la

1. Maître de conférences.

2. <https://www.societe-informatique-de-france.fr/les-journees-sif/les-journees-pedagogiques/journee-enseignement-2022/>.

présentation de démarches pédagogiques et outils utilisés dans l'enseignement de l'informatique du primaire au supérieur.

L'informatique au lycée et en prépa, concours du CAPES NSI et de l'agrégation informatique³

Jean-Marie Chesneaux commence par replacer la spécialité Numérique et sciences informatiques (NSI) dans un contexte plus large. En effet, depuis la dernière réforme des collèges, l'informatique est au programme du cycle 4, répartie entre les programmes de mathématiques et de technologie, ce qui doit permettre de développer le début d'une pensée informatique. Ensuite, en seconde générale, le programme de SNT doit permettre d'aborder les quatre piliers de l'informatique que sont l'information, les algorithmes, les programmes et les machines, autour de sept thématiques, telles que la localisation ou la photographie numérique. Ce n'est qu'après cette initiation à l'informatique du tronc commun que les élèves intéressés peuvent approfondir leur connaissance de l'informatique en un ou deux ans grâce à la spécialité NSI, représentant environ 250 heures de formation pour les élèves suivant la spécialité sur les deux ans, avec une part importante laissée à la réalisation de projets (un quart du volume horaire).

NSI

Des disparités régionales Le ministère a laissé les académies et les lycées appri-voiser la réforme, et notamment la mise en œuvre de la spécialité NSI, à leur rythme. Aussi, il existe de fortes disparités régionales. Ainsi, suite à des remontées statiques provenant de 27 académies, il apparaît que la proportion de lycées publics proposant NSI varie de 23 % à 90 % selon les régions, avec une moyenne à 61 %. La proportion est un peu plus faible dans les établissements privés sous contrat (41 % en moyenne sur 25 académies). De fait, le pourcentage d'élèves suivant la spécialité en terminale varie également de 4,6 % à 11,6 %, avec une moyenne à 7,8 %.

Les disparités se retrouvent également parmi les enseignants de la spécialité, tant sur le nombre (entre 8 et 235), qui peut s'expliquer par les tailles très variables des académies, que sur le pourcentage de femmes (entre 0 % et 25 %, avec une moyenne à 13 %). Concernant la formation, une grande majorité des enseignants (80 %) est titulaire du DIU Enseigner l'informatique au lycée, mais on trouve des académies avec un taux bien plus faible (le minimum étant à 40 %).

3. Exposé de Jean-Marie Chesneaux : <https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/07/SIF-2022-05-25.pdf>.

Les flux entrants En seconde générale à la rentrée 2021, il y avait 560 000 élèves, répartis sur 18 600 classes. Ainsi, cette année, ce sont 28 000 heures de SNT qui ont été dispensées chaque semaine.

Les effectifs d'élèves qui suivent NSI en première et en terminale depuis l'ouverture de la spécialité ont été les suivants :

	2019 – 2020	2020 – 2021	2021 – 2022
Première	31502	34797 (+10 %)	37871 (+9 %)
Terminale		13907	16184 (+16 %)

TABLE 1. Effectifs de la spécialité NSI.

Les effectifs sont certes en hausse constante, mais restent relativement faibles. Cependant, Jean-Marie Chesneaux souligne que si ce rythme de croissance se maintenait, on obtiendrait 80 000 élèves en 2028, ce qui permettrait d'être en phase avec les besoins de la société française.

La part de filles suivant la matière reste par contre dramatiquement faible : elle est déjà faible à l'entrée (18 % en première) et s'aggrave en terminale (14 %), les filles abandonnant plus la spécialité que les garçons entre la première et la terminale.

Les flux sortants Par rapport aux chiffres disponibles dans Parcoursup, 70 % des élèves ayant gardé la spécialité NSI en terminale avaient également gardé la spécialité mathématiques. Ils sont 12 % à avoir gardé une autre spécialité scientifique, et 6 % à avoir gardé la spécialité Sciences économiques et sociales (SES). La répartition des orientations choisies par les élèves ayant gardé la doublette Maths+NSI est la suivante :

BUT	Écoles d'ingénieurs	Licence Info.	BTS	Licence Math	CPGE
26%	16%	14%	9%	7%	6%

TABLE 2. Orientations des élèves avec Maths+NSI.

Dans le cas particulier de ces élèves ayant en plus pris l'option Maths expertes en terminale et ayant eu la mention Très bien (TB) au bac, la répartition est plutôt la suivante :

Écoles d'ingénieurs	CPGE	Licence Math ou Info	BUT
39 %	30 %	17 %	7 %

TABLE 3. Orientations des élèves avec Maths+NSI+ME et mention TB.

Le taux d'étudiants venant de NSI en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) est relativement faible par rapport à ceux venant de physique-chimie, qui ont aussi plus de classes préparatoires accessibles. En mathématiques, physique, ingénierie et informatique (MP2I), la classe préparatoire créée pour les élèves ayant pris la spécialité NSI, les taux de recrutement $M+NSI+ME / M+PC+ME$ sont dans un rapport 37 % / 63 % (il y a donc moins d'élèves provenant de NSI que d'élèves provenant de physique-chimie). Par contre, en cours d'année, quand les élèves doivent choisir entre renforcer l'informatique ou s'orienter vers les sciences de l'ingénieur, ils sont 90 % à choisir informatique.

CAPES NSI et Agrégation d'Informatique

Le CAPES NSI en est à sa troisième année, avec un nombre de places par an tournant autour de la cinquantaine (30, puis 60 et enfin 50). Les admis représentaient l'année dernière 26 % des présents à l'écrit.

L'agrégation en est à sa première année. Après les écrits, il y avait 55 admissibles pour 20 postes⁴. Le ministère n'a pas souhaité communiquer cette année sur le nombre de candidats aux différents concours de l'agrégation.

La structuration du paysage de l'enseignement de l'informatique à l'entrée dans le supérieur État des lieux sur l'accueil des nouveaux bacheliers

Classes préparatoires MP2I et MPI

Roland Groz, enseignant-chercheur à l'ENSIMAG, qui a participé à la rédaction du programme d'informatique des nouvelles classes préparatoires MP2I et MPI, fait un état des lieux à la fin de cette première année de fonctionnement⁵.

Tout d'abord, il rappelle que les ouvertures de MP2I se sont faites à effectifs constants, par transformation d'autres classes préparatoires (souvent des MPSI). Ceci a donc *de facto* freiné les proviseurs dans l'ouverture de MP2I. Par ailleurs, cela a implicitement amené à ce que ce soient surtout les gros lycées, avec plusieurs MPSI qui ouvrent ces nouvelles classes préparatoires.

Roland Groz rappelle également le but premier des MP2I : proposer un accès aux classes préparatoires à des élèves n'ayant pas gardé la doublette math-physique en terminale, même si le programme de physique de première reste *a priori* un pré-requis. Cependant, beaucoup de lycées ne proposant pas la spécialité NSI, il a été prévu, dès le départ, que l'accès à la classe préparatoire MP2I serait également ouvert à des élèves n'ayant pas suivi la spécialité NSI. Cela semblait indispensable pour

4. <https://agreg-info.org/>.

5. Présentation accessible à https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/09/SIF_mai2022_RG.pdf.

garantir le succès de cette nouvelle CPGE. Roland Groz précise également que cette ouverture représente une évolution importante dans un monde (celui des classes préparatoires) assez conservateur. Malgré tout, R. Groz rappelle qu'en terme de volume horaire, l'informatique reste la troisième matière après les maths et la physique.

Le fait que la spécialité NSI ne soit pas un prérequis a été une des raisons du choix des langages C et OCAML en MP2I plutôt que Python, pour limiter les écarts entre les élèves ayant suivi NSI et les autres. Une autre raison est liée à la structure générale des cours en classe préparatoire, où l'on préfère enseigner les fondements théoriques des disciplines, notamment car cela est plus facile à évaluer équitablement dans les concours.

Du fait de l'ouverture essentiellement dans de grands lycées et de la vision très hiérarchisée des écoles d'ingénieurs et des lycées avec classes préparatoires, le taux de sélection des MP2I a été l'un des plus forts ; cette nouvelle filière ayant par ailleurs été très attractive. Si une minorité d'élèves recrutés en MP2I avait gardé NSI en terminale, plus de 80 % avaient toutefois suivi la spécialité NSI en première.

Les MP2I/MPI représentent surtout un choix stratégique pour choisir les meilleures écoles d'ingénieurs, beaucoup d'écoles prestigieuses ayant ouvert un nombre important de places pour les élèves issus de ces CPGE, comme l'École polytechnique ou l'École normale supérieure. Plus généralement, au concours commun INP, les places offertes aux élèves de MP correspondent à 15 % des candidats, alors qu'il devrait y avoir des places pour 43 % des élèves issus de MPI.

En BUT

La situation pour les bachelors universitaires de technologie (BUT) informatique est présentée via deux expériences : celle de l'IUT de Lille, relatée par la cheffe du département informatique Marie Deletombe, et celle de l'IUT de Vannes, décrite⁶ par Brigitte Le Pévédic, directrice de l'IUT de Vannes.

Les spécificités du BUT sont rappelées : il s'agit maintenant d'une licence professionnelle délivrée après trois ans d'études, avec un volume horaire en légère hausse par rapport à l'ancien DUT sur 2 ans (+10 %), avec de nombreuses heures de projet (600 h) et de stage (22 à 26 semaines). Les BUT proposent maintenant différents parcours (quatre pour le BUT informatique, deux pour le BUT statistique et informatique décisionnelle (proposé à Vannes), que chaque IUT décide de mettre en place ou non. En ce qui concerne le BUT informatique, les 46 départements informatiques de France proposent au moins le parcours Réalisation d'applications : conception, développement, validation. L'évaluation est maintenant une évaluation par compétence, devant reposer pour environ 50 % sur les projets et les stages. Le recrutement en IUT doit maintenant offrir au moins 50 % de ses places aux élèves issus de bacs technologiques (STI2D essentiellement pour le BUT informatique). Dans la plupart des

6. Présentation accessible à https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/07/Brigitte_Le_Pevedic_BUT_2022.pdf.

IUT, et c'est notamment le cas à Lille, cela conduit à une forte sélectivité sur les bacs généraux et par contre à un épuisement de la liste des candidats provenant des bacs technologiques, mais la situation est un peu différente à Vannes où, l'historique de l'IUT permet une forte attractivité des bacs technologiques, si bien que l'IUT réussit à recruter 50 % de ces élèves sans épuiser la liste des candidats. Concernant les élèves de bac général effectivement recrutés, une majorité avait pris la spécialité NSI au moins en première. Le faible nombre de filles demeure cependant un problème (8 %).

L'hétérogénéité des étudiants recrutés devient un problème difficile à gérer. En effet, les taux de réussite sont radicalement différents entre les élèves provenant de bacs généraux et ceux venant de bacs technologiques. Différentes solutions sont envisagées (tutorat par d'autres étudiants, semaines de rattrapage en début d'année, par exemple). L'opportunité d'établir des groupes de niveaux reste discutée selon les départements.

Concernant les poursuites d'études, il y a plusieurs possibilités : licence 3 ou école d'ingénieurs après le DUT (toujours délivré à la fin de la deuxième année), licence 3 ou école d'ingénieurs après le BUT, ou encore master 1 après le BUT. Le cas général sera probablement une poursuite à Bac+3 après le BUT, et des accords avec les universités et écoles d'ingénieurs locales pourraient mener, au cas par cas, aux autres possibilités.

En licence informatique

L'organisation des licences d'informatique n'étant pas définie par un programme national, contrairement aux BUT, deux organisations différentes sont présentées : celle de Bordeaux⁷, par Laurent Réveillère, responsable de la licence informatique, et celle de Toulouse⁸, par Olivier Gasquet, directeur du département informatique.

À Bordeaux, le choix fait a été de proposer des UE à deux niveaux, les étudiants intégrant un niveau ou l'autre suite à un test de positionnement. Cela permet d'éviter l'ennui aux élèves ayant suivi NSI, sans exiger pour le moment NSI comme un pré-requis. Cependant, la forte attractivité de la licence et le taux important d'étudiants arrivant après avoir suivi au moins une année de NSI pourraient amener à revoir cette situation. À terme, cela pourrait même conduire à descendre d'une année certaines matières, et rehausser ainsi le niveau du master.

À Toulouse, un choix différent a été fait : chaque UE (sous la forme de cours-TD mélangés) est proposée aux deux semestres, avec des modules de remédiation pour les élèves n'ayant pas suivi NSI ou ayant des lacunes en mathématiques. Un élève peut suivre une UE à un semestre dès qu'il a validé les prérequis au semestre

7. Présentation accessible à https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/07/Laurent_Reveillere_Licence_Bordeaux_2022.pdf.

8. Présentation accessible à https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/07/Olivier_Gasquet_Licence_Toulouse_2022.pdf.

précédent. Il n'y a donc plus de redoublement général ni de compensation entre UE, mais cela permet aux étudiants d'avancer à des rythmes individualisés, avec une licence faisable en trois à quatre ans, voire en deux ans dans certains cas.

Expériences concrètes de méthodes d'enseignement de l'informatique dans le supérieur

La session de l'après-midi était dédiée à la présentation d'expériences pédagogiques mises en œuvre notamment dans le supérieur.

Informatique sans ordinateur

Dans un premier temps, Pascal Lafourcade, enseignant-chercheur à l'IUT de Clermont-Ferrand, revient sur l'historique de l'informatique sans ordinateur (ISO)⁹. L'invention de l'ISO remonte à l'année 1992, où trois néo-zélandais (Tim Bell, Ian Wiiten, et Michael Fellows) ont créé le concept notamment pour pallier les défaillances réseau de l'époque. Cela a donné naissance au site *Computer Science Unplugged*¹⁰. En France, un groupe ISO informel s'est créé. P. Lafourcade liste plusieurs sites de ressources :

- le site Interstices¹¹ qui a traduit une vingtaine d'activités du site *CS unplugged*;
- le site de Marie Duflot-Kremer¹² qui propose de nombreuses activités débranchées;
- le site pixees¹³ dont une partie est dédiée aux activités débranchées;
- le site du groupe ISO de l'IREM de Clermont-Ferrand¹⁴;
- les activités proposées par le groupe algorithmique de l'IREM de Grenoble¹⁵.

Dans un deuxième temps, P. Lafourcade présente l'utilisation de plusieurs activités d'ISO, à différents niveaux. Certaines activités sont plus adaptées au primaire ou au collège. D'autres sont tout à fait adaptées à des élèves de NSI comme Mission cryptographie, par exemple, ou encore l'activité des Marmottes au sommeil léger de Marie Duflot-Kremer qui initie à l'algorithme de Huffman pour la compression de données.

9. https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2022/07/Pascal_Lafourcade_InfoSansOrdi_2022.pdf.

10. <https://www.csunplugged.org/>.

11. <https://interstices.info/>.

12. (<https://members.loria.fr/MDuflot/files/mediation.html>).

13. <https://pixees.fr/>.

14. <http://www.irem.univ-bpclermont.fr/Informatique-sans-Ordinateur>.

15. <https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/>.

La pratique de l'ISO a également toute sa place dans le supérieur. Ainsi, P. La-fourcade l'utilise en BUT, activité sur les courbes de Béziers ; en licence professionnelle (LP) dans le cadre d'un cours de sécurité sur le web, et également en master 2, avec l'activité Antivirus, qui permet de comprendre l'indécidabilité du problème de l'arrêt.

Les activités types ISO sont en général très motivantes, et sont plus équitables pour les élèves ne jouant pas à des jeux vidéos (et notamment beaucoup de filles) qui, par conséquent, ne sont pas forcément aussi à l'aise avec le clavier que les autres. Par contre, pour que l'apprentissage cible demeure acquis, une phase de remédiation par l'enseignant à la fin de l'activité semble indispensable.

Caseine

Nadia Brauner présente ensuite Caséine ¹⁶. Il s'agit d'une plateforme pour accompagner l'enseignement de l'informatique. Intégrée à Moodle, elle permet d'évaluer automatiquement du code informatique et des modèles mathématiques, d'assurer un suivi pédagogique interactif des étudiants, et de partager des ressources entre enseignants. Des *plugins* permettent d'interagir directement avec Caséine à partir de nombreux IDE.

L'évaluation individuelle formative motive énormément les étudiants, qui sont galvanisés par le fait d'améliorer leur score sans se sentir jugés par l'enseignant. Cependant, cela présente un risque dans la mesure où certains élèves finissent par passer trop de temps pour atteindre le score maximal, dont l'obtention peut quelques fois dépasser les objectifs du cours.

Méthodologie agile

Pour terminer la journée, Jannick Laval et Mathieu Vermeulen présentent le principe des méthodes agiles pour la pédagogie dans l'enseignement supérieur (ALPES) ¹⁷ qu'ils ont développées. L'idée de départ vient du constat suivant : en école d'ingénieurs, l'informatique ne motive pas beaucoup les élèves. Pour beaucoup, ils sont issus d'une formation maths-physique et veulent devenir manager. L'idée est alors, en reprenant les concepts du manifeste agile, de remettre l'humain (ici, l'étudiant) au centre, sans, bien sûr, oublier les objectifs pédagogiques. La méthode ALPES repose sur les fondements suivants :

- projet : pour motiver les étudiants, la réalisation d'un projet sert d'objectif ;
- *pair programming* : l'étudiant n'est pas seul face à un problème ;
- cours inversé : ainsi, les interventions de l'enseignant répondent à un problème précis auquel l'élève se trouve confronté ;

16. <https://doi.org/10.48556/SIF.1024.20.107>, <https://moodle.caseine.org>.

17. <http://jannik-laval.eu/approchesalpes/>.

— socio-constructivisme : l'étudiant doit être actif dans le processus d'apprentissage, mais la connaissance se construit principalement à la suite d'interactions sociales.

La mise en œuvre de la méthode ALPES, reposant sur la technique du Pomodoro¹⁸ peut être résumée ainsi :

- un support de cours auto-suffisant est accessible en ligne ;
- une séance de cours est divisée en une succession de *longueurs* de 20 minutes de travail séparées par des pauses de 5 minutes.

Le respect des temps est fondamental. De même, les 20 minutes de travail doivent être 20 minutes de travail effectif, tandis que les pauses doivent être des moments de vraie pause. Lors du premier cours, les deux premières longueurs sont dédiées à la présentation du projet et à la mise en place des outils nécessaires à la suite. Un *planning board* préalable, qui liste les *User Stories* à implanter pendant chaque séance de cours (ou *sprint*) est établi. Les *User Stories* (concept repris de la méthode Scrum) sont des fonctionnalités à implanter. Elles doivent être indépendantes les unes des autres. Chaque *User Story* est découpé en tâches (le découpage peut être donné ou non). Des *Users Stories* plus ou moins optionnelles permettent de gérer les différences de rythme et de niveau des élèves.

Lors d'une séance, les élèves disposent d'un *Task board* : un tableau avec 3 ou 4 colonnes (*TO DO*, *DOING*, *DONE*, et éventuellement *HELP*) où des *post-it* associés à chaque tâche sont déplacés de colonne en colonne au fur et à mesure de l'avancée.

À la fin de la séance, les élèves remplissent un *Tweetback board* qui permet aux élèves de faire une introspection sur le travail réalisé et les notions acquises.

Conclusion

L'arrivée dans le supérieur des étudiants ayant suivi la spécialité Numérique et sciences informatiques est en train de changer le paysage de l'enseignement de l'informatique en France. De nombreuses adaptations, déjà initiées dans certaines formations, vont devoir être généralisées, non seulement pour gérer l'hétérogénéité du public issu du nouveau bac, mais plus spécialement pour prendre en compte les acquis de cette nouvelle spécialité. Face à ces changements, les enseignants du supérieur réagissent et des travaux sont engagés sur la pédagogie et la didactique de l'informatique.

18. <http://pomodorotechnique.com/>.