

Rapport à madame la ministre de l'Éducation nationale

**La préparation aux formations et aux métiers du numérique
et de l'informatique : parcours, programmes, pédagogie,
mixité des cursus dans les lycées généraux et technologiques
et dans les lycées professionnels**

N° 22-23 006A – novembre 2024

*Inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche*

**La préparation aux formations et aux métiers du numérique et de
l'informatique : parcours, programmes, pédagogie, mixité des
cursus dans les lycées généraux et technologiques
et dans les lycées professionnels**

Novembre 2024

**Yannick ALMÉRAS
Christine GAUBERT-MACON**

Jean-Marie CHESNEAUX
Zaïr KEDADOUCHE
Vincent MONTREUIL

*Inspecteurs généraux de l'éducation,
du sport et de la recherche*

SOMMAIRE

Synthèse	1
Liste des recommandations	4
Introduction.....	6
1. Des parcours multiples au sein du lycée pour préparer aux formations et aux métiers du numérique et de l'informatique.....	8
1.1. Une offre de formation avec une place particulière d'enseignements plus spécialisés pour une orientation vers les métiers au cœur du numérique	8
1.1.1. <i>Des approches variées de l'enseignement de l'informatique au lycée.....</i>	<i>8</i>
1.1.2. <i>Des enseignements d'informatique porteurs pour les parcours vers les métiers au cœur du numérique</i>	<i>11</i>
1.2. Un enseignement de sciences numériques et technologie en seconde générale et technologique en décalage avec ses objectifs et sans impact sur les choix de parcours des élèves....	14
1.2.1. <i>Un enseignement obligatoire combinant sciences et humanités pour une culture commune</i>	<i>14</i>
1.2.2. <i>Un enseignement qui n'atteint pas ses objectifs, sans impact sur l'orientation et trop souvent considéré comme mineur</i>	<i>15</i>
1.3. Une avancée dans la voie générale avec l'enseignement de numérique et sciences informatiques, pour partie contrariée	15
1.3.1. <i>Un enseignement de science informatique d'une envergure inédite.....</i>	<i>15</i>
1.3.2. <i>Une attractivité de l'enseignement de spécialité NSI en classe de première dès son installation</i>	<i>16</i>
1.3.3. <i>Une part de choix de l'enseignement de spécialité NSI impactée négativement par son déploiement partiel et inégal sur l'ensemble du territoire.....</i>	<i>17</i>
1.3.4. <i>Un fort taux d'abandon au passage en terminale bien davantage lié à une stratégie d'orientation qu'à un désintérêt pour l'informatique</i>	<i>19</i>
1.3.5. <i>Un enseignement davantage combiné avec l'enseignement de spécialité mathématiques.....</i>	<i>21</i>
1.4. Des enseignements d'informatique dans la voie technologique moins visibles depuis la réforme du lycée, avec des dynamiques très différentes selon les séries.....	21
1.4.1. <i>Des enseignements spécifiques, SIG en série STMG et SIN en série STI2D, qui visent une spécialisation informatique pour certains élèves issus de la voie technologique</i>	<i>21</i>
1.4.2. <i>Un poids devenu plus faible pour ces enseignements au sein de la voie technologique.....</i>	<i>22</i>
1.4.3. <i>Des dynamiques très différentes des enseignements SIN et SIG qui perdurent, avec l'enseignement SIG en défaut.....</i>	<i>23</i>
1.5. Des formations professionnelles en évolution régulière	25
1.5.1. <i>Des formations professionnelles qui évoluent pour s'adapter aux besoins des filières</i>	<i>25</i>
1.5.2. <i>Un bac pro SN option C très attractif, dans un contexte d'offre de formation contenue, et à forte dimension propédeutique</i>	<i>26</i>
1.5.3. <i>Une mention complémentaire services numériques aux organisations jeune en recherche d'une dynamique.....</i>	<i>27</i>

2. Des évolutions nécessaires pour aboutir à un système cohérent de formation	29
2.1. Favoriser l'orientation dans les parcours vers les métiers au cœur du numérique et de l'informatique.....	29
2.1.1. Assurer une meilleure connaissance des métiers au cœur du numérique	29
2.1.2. Rendre plus visibles et accessibles les parcours porteurs pour les métiers au cœur du numérique...	29
2.1.3. Accroître la présence des filles dans ces parcours grâce à une stratégie nationale affirmée	32
2.2. Assurer un vivier enseignant aux compétences reconnues en informatique.....	37
2.2.1. Améliorer la formation continue des professeurs assurant des enseignements d'informatique.....	37
2.2.2. Recruter davantage d'enseignants spécialistes de l'informatique.....	38
2.3. Adapter la gestion des ressources humaines pour un pilotage des enseignements	40
2.3.1. Faciliter le pilotage des ressources humaines par les enseignements	40
2.3.2. Identifier un groupe de pilotage en académie dédié aux enseignements du numérique et de l'informatique.....	41
2.4. Mener des actions complémentaires pour améliorer la qualité des formations	42
2.4.1. Renforcer le pilotage des enseignements en établissement	42
2.4.2. Prévoir une adaptation des programmes des enseignements de SNT et NSI.....	43
2.4.3. Améliorer la qualité de l'alternance dans la voie professionnelle.....	44
2.4.4. Prendre en compte les besoins spécifiques d'équipement	45
Conclusion	47
Annexes.....	49

SYNTHÈSE

Dans un contexte de recherche de souveraineté, la transformation numérique de la société nécessite des femmes et des hommes préparés aux métiers du numérique et de l'informatique. Le système éducatif français doit permettre de répondre à ce besoin par des offres de formations initiale et continue d'attractivité et de contenus adaptés.

La préparation aux formations et aux métiers cœur du numérique¹ dans l'enseignement secondaire du lycée concerne les trois voies de formation du lycée (générale, technologique et professionnelle).

Des parcours de formation à favoriser

Dans les trois voies de formation des lycées, il existe des formations menant à des parcours vers les métiers cœur du numérique, relevant de l'informatique :

- dans la voie générale, l'enseignement de spécialité numérique et sciences informatiques (NSI) créé lors de la réforme du lycée de 2019 et proposé au cycle terminal ;
- dans la voie technologique, les enseignements spécifiques systèmes d'information de gestion (SIG) et systèmes d'information et numérique (SIN) proposés en classe de terminale respectivement dans les séries sciences et technologies du management et de la gestion (STMG) et sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) ;
- dans la voie professionnelle, les enseignements du baccalauréat systèmes numériques (SN) option réseaux informatiques et systèmes communicants (option RISC ou option C) qui visent la formation de professionnels participant à la mise en place d'infrastructures réseau².

Ces lycéens, une fois bacheliers, se dirigent fortement vers les formations spécialisées en informatique dont ils constituent par ailleurs le plus souvent la majorité des néo-bacheliers entrants. Ainsi, 66,5 % des néo-bacheliers qui ont suivi l'un de ces enseignements en terminale ont été admis lors de la session 2023 de Parcoursup en licences d'informatique, BUT informatique, BTS cybersécurité, informatique et réseaux, électronique, BTS services informatiques aux organisations et CPGE mathématiques, physique, ingénierie et informatique ; d'autres poursuivent dans des formations en informatique hors Parcoursup.

Mais si ce constat semble encourageant, il existe un potentiel de développement de certaines de ces formations avec la nécessité de mieux organiser la reconnaissance des parcours menant aux métiers au cœur du numérique. Ainsi, l'enseignement de spécialité NSI de première est proposé *in situ* dans seulement 58,1 % des établissements disposant du cycle terminal de la voie générale à la rentrée 2023, avec un taux d'abandon de la spécialité en terminale important (52,8 % à la rentrée 2023)³. L'enseignement spécifique SIG est nettement sous-représenté en terminale STMG alors que la série concentre la moitié des élèves de la voie technologique. Enfin, le déficit de filles dans ces formations mérite de mener des actions spécifiques. Pour pallier ce problème d'attractivité, la mission propose qu'une stratégie nationale soit mise en œuvre, partagée par les acteurs du secteur éducatif et du numérique pour une vision à long terme d'actions coordonnées, en faveur de l'engagement des filles dans les trois voies du lycée pour des parcours vers les métiers au cœur du numérique.

Si les enseignements cités précédemment relèvent d'un choix d'orientation des élèves à partir du cycle terminal, il existe au lycée général et technologique l'enseignement obligatoire de sciences numériques et technologie (SNT) installé en classe de seconde à la rentrée 2019 avec pour objectif de faire acquérir aux élèves une culture commune dans le domaine de la science informatique et de ses usages. Cet enseignement, dont on pouvait penser qu'il jouerait un rôle dans l'orientation vers des parcours de formation aux métiers au cœur du numérique, présente une forte divergence entre l'objectif et la réalité de son déploiement.

¹ C'est-à-dire les métiers de conception, de réalisation et de maintenance des solutions informatiques, logicielles comme matérielles.

² Même si à la rentrée 2024, la préparation de ce baccalauréat est remplacée par le baccalauréat cybersécurité, informatique et réseaux, électronique (CIEL) en classe de première, la mission a jugé utile de l'étudier, notamment pour les parcours dans l'enseignement supérieur de ses bacheliers.

³ Source : mission à partir de la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

Au lycée professionnel, la mention complémentaire services numériques aux organisations (SNO) est la formation la plus récente puisqu'elle a été installée à la rentrée 2021. Les observations menées par la mission montrent des difficultés de mise en œuvre du référentiel par défaut de formation des enseignants le prenant en charge. La préparation de cette mention complémentaire comme celle du baccalauréat systèmes numériques (SN) est fondée sur une pédagogie de l'alternance qui se heurte aux difficultés de réalisation des périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) par les élèves, sur des missions adaptées aux compétences à acquérir.

Afin d'améliorer les enseignements, la mission propose que :

- l'enseignement de SNT soit l'objet d'une plus grande attention dans les établissements avec une équipe enseignante stabilisée ;
- le Conseil supérieur des programmes (CSP) soit sollicité pour une révision des programmes de SNT avec un objectif d'ancrage scientifique et technologique compatible avec l'horaire, mais aussi de NSI afin de prendre en compte les évolutions scientifiques et technologiques dans le domaine de l'informatique. Une révision des dénominations de ces enseignements mérite également d'être envisagée ;
- le positionnement des enseignements d'informatique dans la voie technologique soit rendu plus visible. La mission constate que la réforme 2019 de la voie technologique n'a pas bénéficié aux enseignements SIN et SIG : leur moindre importance dans les emplois du temps et dans les épreuves terminales du baccalauréat, ainsi que leur intégration à des enseignements de spécialité les ont rendus moins visibles, notamment pour les élèves, leurs familles et les formations de l'enseignement supérieur.

Concernant la voie professionnelle, la mission estime que la qualité des PFMP doit faire l'objet d'une attention particulière dans les lycées de la part des équipes enseignantes et du bureau des entreprises.

Enfin il est nécessaire que les équipements des établissements soient adaptés aux besoins de formation à l'informatique.

Des ressources humaines dont la gestion et le pilotage sont à renforcer

Le développement et la qualité de l'offre de formation nécessitent de disposer d'un vivier enseignant aux compétences reconnues en informatique et bénéficiant d'une constante formation continue.

Le recrutement d'enseignants par concours offre un rendement variable selon les spécialités. Si le CAPES NSI, l'agrégation d'informatique et le CAPLP génie électrique option électronique (pour l'enseignement en baccalauréat professionnel SN option RISC) permettent de recruter à hauteur des postes mis au concours, ce n'est pas le cas pour les CAPET permettant d'enseigner dans la voie technologique, en partie pour une question de visibilité de ces concours.

Dans la voie générale, les enseignements de SNT et NSI ont été installés en 2019 alors que les concours de recrutement, CAPES NSI et agrégation d'informatique, n'ont été créés respectivement qu'en 2020 et 2022. Ainsi des professeurs de toute discipline ont été désignés pour enseigner SNT et NSI. Cela entraîne des difficultés pour les titulaires du CAPES NSI et de l'agrégation d'informatique pour obtenir des postes puisque les heures d'enseignement continuent à être assurées par des professeurs d'autres disciplines, généralement moins qualifiés pour enseigner l'informatique.

Le profil des enseignants prenant en charge les enseignements des trois voies du lycée menant vers des formations aux métiers au cœur du numérique est varié et il est nécessaire de disposer de modalités de pilotage pour s'assurer de la qualité des enseignements. Or le système d'information des ressources humaines (SIRH) de l'Éducation nationale rattache les enseignants à une discipline associée à un code unique. En l'état, l'extraction de données du SIRH par la discipline de rattachement ne permet pas d'identifier les professeurs concernés par les enseignements de SNT et de NSI : il convient donc de le faire évoluer.

Dans les académies, le pilotage des enseignements revient aux inspecteurs. Si, dans les voies technologique et professionnelle, il existe des spécialités et options de concours de recrutement d'inspecteurs en lien avec les enseignements, ce n'est pas le cas pour la voie générale où le pilotage est confié à un groupe d'inspecteurs de disciplines variées (souvent mathématiques, physique-chimie, sciences et techniques industrielles, plus rarement économie et gestion). Cette situation n'est pas sans poser des problèmes de disponibilité et de légitimité de ces personnels. Aussi la mission propose-t-elle de professionnaliser ce pilotage.

Liste des recommandations

Favoriser l'orientation des élèves dans des parcours porteurs pour les métiers du numérique

Recommandation n° 1

Impulser au niveau national, dans le dispositif Découverte des métiers au collège, la connaissance des métiers au cœur du numérique et des parcours qui y mènent.

Recommandation n° 2

Augmenter le flux d'élèves formés à l'informatique pour répondre aux capacités d'accueil dans les formations de ce domaine dans l'enseignement supérieur :

- en favorisant le maintien de la spécialité NSI en classe de terminale grâce à une mise en valeur de la variété des poursuites d'études dans le domaine de l'informatique ;
- en revoyant la structure des enseignements de spécialité de la voie technologique pour renforcer les enseignements liés à l'informatique.

Recommandation n° 3

Impulser une carte des formations attractive :

- en visant dans chaque académie 75 % des lycées généraux et technologiques, publics et privés sous contrat, proposant l'enseignement de spécialité NSI (pour que plus d'élèves aient accès à cet enseignement) ;
- en mettant en valeur les enseignements spécifiques SIG et SIN dans les lycées offrant respectivement les séries STMG et STI2D ;
- en développant la mention complémentaire SNO dans chaque académie, conformément à l'objectif d'augmentation du nombre de places en formation de spécialisation en bac + 1, afin de faciliter l'insertion professionnelle des lycéens (mesure 8 de la réforme des lycées professionnels).

Recommandation n° 4

Pour favoriser l'attractivité pour les filles des formations à l'informatique dans les voies générale, technologique et professionnelle, définir une stratégie nationale portée au plus haut niveau, partagée par les acteurs, avec une vision à long terme, des moyens financiers dédiés et des objectifs évalués chaque année. Déployer un réseau de responsables académiques chargés du suivi de la mise en œuvre de cette stratégie.

Assurer un vivier enseignant aux compétences reconnues en informatique

Recommandation n° 5

Garantir la professionnalisation de tous les enseignants d'informatique, avec un objectif de formation scientifique, didactique et pédagogique :

- en s'appuyant sur les professeurs agrégés d'informatique et les experts universitaires pour assurer la formation des professeurs enseignant l'informatique au lycée – quelle que soit la voie – notamment via des dispositifs de formation locale et de certification universitaire ;
- en s'appuyant effectivement sur des partenaires (entreprises, associations ou encore organisations publiques) pour que les professeurs d'enseignement professionnel puissent bénéficier de stages d'immersion en entreprise, conformément à la mesure 12 de la réforme des lycées professionnels.

Recommandation n° 6

Renforcer le vivier des enseignants spécialisés en informatique :

- en favorisant le changement de discipline via un protocole harmonisé au niveau national et permettant, sous cinq ans, que les enseignements de NSI soient assurés par des professeurs de la discipline ;
- en offrant plus de postes aux concours de recrutement pour lesquels il existe une attractivité, à savoir le CAPES NSI et l'agrégation d'informatique ;
- en donnant plus de visibilité aux concours de recrutement pour enseigner dans la voie technologique.

Faire évoluer la gestion des ressources humaines pour un meilleur pilotage des enseignements

Recommandation n° 7

Doter les académies d'un système d'information des ressources humaines (SIRH) permettant l'identification et le suivi des professeurs en charge des enseignements du numérique et de l'informatique.

Recommandation n° 8

Identifier au moins un IA-IPR exclusivement dédié au pilotage pédagogique des enseignements de SNT et de NSI par région académique, avec l'expertise requise. À défaut, installer une légitimité pour les IA-IPR actuellement en charge du pilotage des enseignements de SNT et de NSI via leur lettre de mission et, si nécessaire, en leur adjoignant des chargés de mission d'inspection du second degré spécialisés en informatique.

Mener des actions complémentaires pour améliorer la qualité des formations

Recommandation n° 9

Stabiliser des enseignants formés à l'enseignement de SNT et en faire un des points d'attention lors de l'évaluation des lycées.

Recommandation n° 10

Saisir le Conseil supérieur des programmes (CSP) pour réviser les programmes des enseignements de SNT et de NSI, en les renommant respectivement « informatique et technologie » et « informatique ».

Recommandation n° 11

Assurer, à l'aide d'outils adaptés, un suivi de la qualité des périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) au regard des attendus des référentiels.

Recommandation n° 12

Inclure les besoins pédagogiques propres à l'apprentissage de l'informatique dans les politiques d'équipement des lycéens et des établissements. Établir des conventions – bipartite région-académie et tripartite région - académie - lycée – conformes aux articles L. 211-8 et L. 214-6 du code de l'éducation et tenant compte des contraintes pédagogiques.

Introduction

Depuis un demi-siècle, l'informatique et le numérique transforment en profondeur la société et les organisations – entreprises, organismes publics ou encore associations – avec un impact important sur nombre de métiers – lorsqu'ils n'en font pas naître de nouveaux – et induisent des évolutions sur les parcours de formations initiale et continue.

Numérique et informatique : de quoi parle-t-on ?

La distinction entre l'informatique et le numérique peut se concevoir de différentes façons⁴ :

- le mot informatique est plus ancien que le substantif numérique qui prend en compte la numérisation des télécommunications et englobe l'informatique ;
- le numérique concerne les usages des technologies informatiques dans les relations sociales, dans la production de biens, de services, de connaissances.

Concernant les métiers, un rapport institutionnel⁵ publié en 2016 fait état de l'absence de définition stabilisée des « métiers du numérique » et propose la classification empirique suivante :

- les métiers au cœur du numérique : cette catégorie regroupe les métiers « traditionnels » de l'informatique, des télécommunications et de la filière électronique (*hardware*) qui participent à la conception, au développement et à la maintenance des solutions matérielles et logicielles ;
- les métiers nouveaux ou profondément transformés par le numérique : ces métiers, sans qu'ils ne relèvent de la catégorie précédente, n'existent que grâce à des outils numériques ou sont associés à de nouvelles pratiques avec ceux-ci, déterminantes dans leur exercice ;
- les métiers où le numérique est un support de l'activité : il s'agit de l'ensemble des autres métiers impactés, peu ou prou, par l'introduction des outils numériques.

En s'appuyant sur ces définitions, la mission a choisi de s'intéresser aux parcours du lycée qui alimentent fortement les formations menant aux métiers au cœur du numérique. Par ailleurs, elle a pris le parti de considérer le numérique comme centré sur les usages et ainsi préférer l'emploi du terme informatique pour désigner la science et les technologies qui lui sont associées.

La discipline informatique est souvent considérée comme héritée des mathématiques avec une place prépondérante de l'algorithmique et de la programmation (ou codage). Or cette discipline est bien davantage plurielle : elle concerne aujourd'hui la conception et la réalisation de solutions sécurisées dans le domaine certes du logiciel, mais aussi celui des infrastructures de stockage et de communication.

Former des acteurs au cœur du numérique : un besoin français et européen

Au niveau européen, la nouvelle stratégie numérique (2020-2030) vise à renforcer la souveraineté numérique de l'Union européenne et fixe des normes au lieu de suivre celles d'autres pays, en mettant clairement l'accent sur les données, les technologies et les infrastructures.

Le 9 mars 2021, dans une communication de la commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions⁶, l'Europe a défini son ambition numérique autour de quatre piliers : la numérisation des compétences, des infrastructures, des entreprises et des services publics. Cette « boussole numérique » a donné le coup d'envoi de la « décennie numérique » européenne.

Ce plan vise à soutenir les systèmes d'éducation et de formation des États membres pour s'adapter à l'ère numérique, mais aussi pour rendre plus accessible et plus inclusive une éducation numérique de qualité. Un financement de 7,5 Mds€ a été prévu pour soutenir des projets dans cinq domaines : le calcul à haute

⁴ Classification proposée dans le rapport : Samuel Viollin, Laurent Chéno, Christine Gaubert-Macon (2017). L'enseignement de l'informatique (rapport n° 2017-115). IGEN.

⁵ François Schechter, Claude Bergmann, Christine Gaubert-Macon, Ariane Azéma, Philippe Christmann, Mario Castellazzi, Didier Laval (2016). Les besoins et l'offre de formation aux métiers du numérique (rapport n° 2015-097). IGAS, IGEN, IGAENR, CGE.

⁶ Commission européenne (2021). La consolidation de l'utilisation des technologies numériques et l'utilisation des TIC dans l'ensemble de l'économie et de la société : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0118>

performance, l'intelligence artificielle (IA), la cybersécurité, les compétences numériques avancées et une large utilisation des technologies numériques dans l'ensemble de l'économie et de la société.

Au niveau français, les métiers au cœur du numérique sont particulièrement importants dans le cadre du plan France 2030 – en particulier pour la maîtrise des technologies numériques souveraines et sûres – et nécessitent la formation de nombreux talents du numérique chaque année. **Ces besoins, tant du point de vue des entreprises que des formations, ont été analysés par une autre mission en 2023⁷.**

La contribution du lycée à l'apprentissage de l'informatique et à la formation d'acteurs au cœur du numérique

La mission a choisi d'étudier les enseignements aux lycées permettant l'apprentissage de l'informatique et susceptibles de contribuer à l'orientation vers les métiers au cœur du numérique compte tenu de l'analyse présentée au paragraphe 1.1.2.

La réforme du lycée général et technologique, mise en place progressivement entre 2019 et 2021, a renforcé dans les programmes de plusieurs disciplines les approches en rapport avec le numérique et l'informatique. Elle a aussi introduit un enseignement de sciences numériques et technologie (SNT) pour tous les élèves de seconde et un enseignement de spécialité numérique et sciences informatiques (NSI) au choix des élèves du cycle terminal de la voie générale. Dans la voie technologique, les séries sciences et technologies du management et de la gestion (STMG) et sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) proposent les enseignements spécifiques respectivement systèmes d'information de gestion (SIG) et systèmes d'information et numérique (SIN) en classe de terminale. Dans la voie professionnelle, le baccalauréat systèmes numériques (SN) option réseaux informatiques et systèmes communicants (option RISC ou option C) peut aussi être cité parmi les formations actuelles⁸ aux métiers du numérique et de l'informatique, tout comme la mention complémentaire services numériques aux organisations (SNO).

La France s'inscrit ainsi dans la majorité des pays européens qui proposent au moins un enseignement dédié à l'informatique dans l'enseignement secondaire de second cycle général et technologique⁹. Un rapport Eurydice¹⁰ de septembre 2022 montre la variété des approches de l'enseignement de l'informatique selon les pays, cette matière étant généralement enseignée sur au moins une année scolaire de manière :

- dédiée et obligatoire ;
- ou dédiée et optionnelle ;
- ou intégrée dans d'autres disciplines, les établissements scolaires pouvant être libres du choix des contenus.

Aucun modèle de référence pour l'organisation de l'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire de second cycle général et technologique ne se dégage particulièrement de l'analyse à l'échelle mondiale effectuée par la mission¹¹.

Une mission pour étudier le fonctionnement et le pilotage des formations des lycées qui préparent à des parcours menant aux métiers cœur du numérique afin d'apprécier la cohérence de l'offre et ses besoins d'évolution

La mission s'est attachée à faire un état des lieux de ces enseignements de l'informatique pour s'assurer de leur adéquation aux besoins des formations de l'enseignement supérieur et du monde professionnel et pouvoir proposer des ajustements, des pistes d'amélioration et identifier des points de vigilance.

⁷ Anne-Caroline Sandeau-Gruber, Thierry de Mazancourt, Michel Schmitt, Jean-Marie Chesneaux, Vincent Montreuil (2023). Besoin des employeurs dans les métiers du numérique et adéquation de l'appareil de formation (rapport n° 22-23 165A). IGAS, CGE, IGÉSR.

⁸ À partir de la rentrée 2024, la préparation au baccalauréat est remplacée en classe de première par la préparation au baccalauréat cybersécurité, informatique et réseaux, électronique (CIEL).

⁹ Il s'agit précisément de la sous-catégorie CITE 34 dans la classification internationale type de l'éducation (ISCED en anglais) qui correspond au lycée général et technologique en France.

¹⁰ European Commission, European Education and Culture Executive Agency (2022). *Informatics education at school in Europe*. Publications Office of the European Union : <https://data.europa.eu/doi/10.2797/268406>

¹¹ L'annexe 11 du présent rapport présente des éléments sur l'enseignement de l'informatique dans le monde et en Europe.

Ainsi pour ce faire, elle a adopté la méthodologie suivante :

- mobilisation des précédents rapports produits sur le sujet ;
- analyse des données fournies par la base centrale de pilotage et le service à compétence nationale Parcoursup ;
- conduite d’auditions de représentants de l’administration centrale, de représentants des conseils régionaux, d’associations d’enseignants, de sociétés savantes, d’organisations représentantes des métiers du numérique et de l’informatique et d’organisations engagées dans la valorisation de l’enseignement du numérique¹² ;
- déplacements dans les académies de Clermont-Ferrand, Créteil, Nancy-Metz et Versailles pour des auditions de cadres des rectorats et pour des observations et des entretiens dans des lycées (personnels de directions, enseignants, élèves) ;
- entretiens à distance avec les cadres du rectorat, des personnels de direction, des professeurs et des élèves pour l’académie de La Réunion ;
- administration de questionnaires adressés aux inspecteurs territoriaux de toutes les académies et vice-rectorats, en charge du pilotage des divers enseignements dans le périmètre d’étude¹³ ;
- administration d’un questionnaire adressé aux enseignants membres du groupe Viaéduc¹⁴ de la mention complémentaire SNO ;
- administration d’un questionnaire adressé aux conseillers de coopération et d’action culturelle (COCAC) d’ambassades¹⁵ via la direction des relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC) du ministère de l’éducation nationale et de la jeunesse (MENJ).

Un rapport en deux parties

Dans une première partie, le rapport examine l’offre de formation dans les trois voies du lycée et pose un ensemble de constats.

Dans une deuxième partie, les divers besoins d’évolution identifiés par la mission sont exposés. Ils concernent l’attractivité des formations, notamment vis-à-vis des filles, le pilotage et la gestion des ressources humaines, ainsi que la qualité des formations.

1. Des parcours multiples au sein du lycée pour préparer aux formations et aux métiers du numérique et de l’informatique

1.1. Une offre de formation avec une place particulière d’enseignements plus spécialisés pour une orientation vers les métiers au cœur du numérique

1.1.1. Des approches variées de l’enseignement de l’informatique au lycée

L’enseignement de l’informatique au lycée a beaucoup évolué depuis un demi-siècle au regard de choix politiques divers¹⁶ : oscillations entre une approche « informatique objet » à coloration science informatique et une approche « informatique outil » à coloration usages ; enseignement spécifique des contenus ou enseignement réparti entre plusieurs disciplines existantes non dédiées ; enseignement obligatoire ou enseignement optionnel. Les fluctuations ont davantage marqué l’enseignement général que les filières technologiques et professionnelles pour lesquelles les cursus s’appuient sur des aspects techniques de plus grande proximité avec les métiers.

¹² La liste des personnes auditionnées par la mission se trouve dans l’annexe 2.

¹³ 27 académies et vice-rectorats ont répondu au questionnaire relatif aux enseignements de SNT et NSI ; 29 à celui relatif à l’enseignement spécifique SIG ; 31 à celui relatif à l’enseignement spécifique SIN ; 27 à celui relatif au bac pro SN option C.

¹⁴ Sur les 21 établissements offrant la formation, 11 ont répondu à l’enquête.

¹⁵ Les postes en Inde, Espagne et Portugal ont apporté leur contribution.

¹⁶ Des rappels sur l’histoire de l’enseignement de l’informatique en France dans le secondaire sont proposés dans le rapport n° 2015-097, Les besoins et l’offre de formation aux métiers du numérique, *op. cit.* D’autres publications, plus détaillées, sont mises à disposition sur le site de l’association Enseignement public & informatique : <https://www.epi.asso.fr/revue/histosom.htm>

Les dernières réformes ont renforcé les apprentissages du numérique et de l'informatique au lycée ; ils conduisent à une pluralité des parcours avec des approches variées et une place particulière pour des enseignements dédiés.

Le numérique dans l'enseignement

Le numérique intervient dans de multiples situations scolaires, tant dans le cadre d'enseignements dédiés au numérique et à l'informatique qu'au travers d'autres contextes d'enseignements disciplinaires qui en tirent parti ou encore dans le cadre de la certification de compétences numériques¹⁷. En matière de contenus scolaires – donc hors cas d'usage du numérique en tant qu'auxiliaire pédagogique –, cette diversité dans l'enseignement scolaire peut être considérée selon plusieurs domaines qui se recouvrent partiellement¹⁸ :

- la **science informatique** (ou science du traitement de l'information) : son objet est le traitement automatisé de l'information. Elle repose sur de grands concepts unificateurs, leurs interactions et les méthodes associées : les données, les algorithmes, les langages, les machines, les réseaux, l'interface homme-machine ou encore la persistance des données ;
- la **culture technique** : elle concerne les technologies et les outils qui permettent la conception et la réalisation de solutions numériques tant dans le domaine des logiciels, que du matériel et des infrastructures d'échange ;
- la **culture « citoyenne »** : ce domaine s'ancre dans les sciences de l'information, de la communication et de la documentation et est en relation avec l'éducation aux médias et à l'information. Il s'intéresse aux relations entre l'informatique et la société et aux usages avisés et responsables du numérique.
- l'**apprentissage du geste métier** dans l'enseignement professionnel : le numérique est mobilisé dans des situations professionnelles pour acquérir des compétences professionnelles spécifiques aux référentiels.

Les éléments scientifiques et techniques du numérique et de l'informatique apparaissent de façon plus spécifique et consolidée dans les enseignements indiqués dans le tableau 1 et de façon plus ou moins significative dans ceux précisés dans le tableau 2.

Ainsi, les élèves des différentes voies du lycée sont concernés par des enseignements de l'informatique qui sont soit orientés vers une approche scientifique et technique du numérique et de l'informatique, soit au service de l'apprentissage d'une discipline.

Tableau 1 – Les enseignements plus spécifiquement consacrés au numérique et à l'informatique au lycée

Voies du lycée	Enseignements
Générale et technologique	Sciences numériques et technologie (SNT) Enseignement de seconde générale et technologique (GT), obligatoire.
Générale	Numérique et sciences informatiques (NSI) Enseignement de spécialité du cycle terminal, au choix.
Technologique	Systèmes d'information de gestion (SIG) Enseignement spécifique de terminale intégré dans l'enseignement de spécialité management, sciences de gestion et numérique de la série sciences et technologies du management et de la gestion (STMG), au choix.
Technologique	Systèmes d'information et numérique (SIN) Enseignement spécifique de terminale intégré dans l'enseignement de spécialité ingénierie, innovation et développement durable de la série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D), au choix.

¹⁷ Conseil supérieur des programmes (CSP) (2022). Avis sur la contribution du numérique à la transmission des savoirs et à l'amélioration des pratiques pédagogiques : <https://www.education.gouv.fr/media/115738/download>

¹⁸ Classification proposée par la mission en adaptant celle présente dans la référence suivante : Georges-Louis Baron (2018). Informatique et numérique comme objets d'enseignement scolaire en France : entre concepts, techniques, outils et culture. Adjectif.net : <https://adjectif.net/spip.php?article456>

Voies du lycée	Enseignements
Professionnelle	Enseignements dédiés de la spécialité systèmes numériques¹⁹ (SN) option réseaux informatiques et systèmes communicants (option RISC ou option C) Enseignements du cycle terminal de baccalauréat professionnel, obligatoires.
Professionnelle	Enseignements dédiés de la mention complémentaire services numériques aux organisations (SNO) Enseignements obligatoires.

Source : mission

Tableau 2 – Des enseignements du lycée non spécifiquement dédiés à une approche scientifique et technique du numérique et de l’informatique, mais qui en intègrent des éléments

Voies du lycée	Enseignements	Éléments d’informatique en contexte
Générale technologique professionnelle	Mathématiques Totalité des programmes, hormis en série sciences et technologies du design et des arts appliqués (STD2A) de la voie technologique.	Algorithmique et programmation, avec déploiement sur les divers champs des mathématiques.
Générale technologique professionnelle	Physique-chimie Totalité des programmes.	Programmation en relation avec les phénomènes physiques et chimiques (simulation, traitement de données expérimentales, microcontrôleurs, etc.).
Générale	Sciences de l’ingénieur Enseignement de spécialité du cycle terminal.	Algorithmique, programmation, réseaux, objets connectés, traitement de données pour la compréhension et la conception de solutions technologiques.
Technologique	Ingénierie et développement durable (I2D) et ingénierie, innovation et développement durable (2I2D)²⁰ Enseignements de spécialité de la série STI2D respectivement en première et en terminale.	Algorithmique, programmation, simulation, traitement de données et réseaux en relation avec l’étude de produits technologiques en réponse à un cahier des charges.
Technologique	Outils et langages numériques Enseignement de spécialité de première STD2A.	Logique de programmation et programmation simple en relation avec des enjeux du secteur du design et des métiers d’art.
Professionnelle	Enseignements de formations non dédiées à des métiers au cœur du numérique Divers diplômes associés à des colorations ou à des formations complémentaires d’initiative locale (FCIL).	Composantes en lien direct avec les compétences et l’exercice des métiers concernés par chaque formation, selon une approche « informatique outil » (ou « numérique professionnalisant »).

Source : mission

¹⁹ Cette spécialité est à la rentrée 2023 préparée en première et en terminale. À partir de la rentrée 2024, la spécialité cybersécurité, informatique et réseaux, électronique (CIEL) sera préparée en classe de première et remplacera la spécialité SN.

²⁰ L’enseignement spécifique systèmes d’information et numérique (SIN) de la spécialité 2I2D est considéré par la mission comme un enseignement dédié à l’informatique (tableau 1).

À propos de la certification des compétences numériques dans le champ de l'informatique

Tous les élèves sont amenés à valider les compétences numériques, définies par le cadre de référence des compétences numériques (CRCN²¹), via la plateforme Pix qui permet le suivi des acquis et la délivrance d'une certification en fin de cycle terminal.

Le CRCN offre à la validation la compétence « 3.4. Programmer » via Pix, avec les niveaux de 3 à 6 visés selon la classe des élèves (de la seconde à la terminale en lycées professionnel, général et technologique). Les élèves sont testés à travers des activités organisées en cinq domaines :

- qualifier un robot et en connaître les fonctions et composants ;
- exécuter, corriger et compléter un programme informatique exprimé soit en pseudo-code soit en langage Python ;
- analyser une suite d'actions et écrire l'algorithme correspondant via un langage par blocs dans le contexte d'utilisation de robots ;
- interpréter et appliquer un algorithme de déplacement d'un pion sur un damier exprimé sous forme d'un logigramme ou en pseudo-code ;
- connaître des généralités sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. Il s'agit de tester la connaissance du vocabulaire lié à l'IA.

La mission constate que les activités proposées ne sont pas en lien explicite avec les programmes d'enseignement.

Les résultats fournis par l'équipe Pix à la mission n'ont pas permis d'identifier, parmi les élèves ayant testé cette compétence « 3.4. Programmer », ceux qui ont bénéficié d'un enseignement d'informatique.

Les auditions menées par la mission montrent que les élèves interrogés ne voient pas l'intérêt de cette certification des compétences numériques.

La mise en place de la certification des compétences numériques des élèves n'a pas été pensée pour une articulation avec les apprentissages. De ce fait, les activités proposées par Pix sont peu exploitées et valorisées dans les pratiques pédagogiques des enseignants.

1.1.2. Des enseignements d'informatique porteurs pour les parcours vers les métiers au cœur du numérique

L'analyse des résultats de la session 2023 de Parcoursup **montre le rôle clé d'enseignements dédiés d'informatique pour les cursus amenant aux métiers au cœur du numérique** (figure 1²²) :

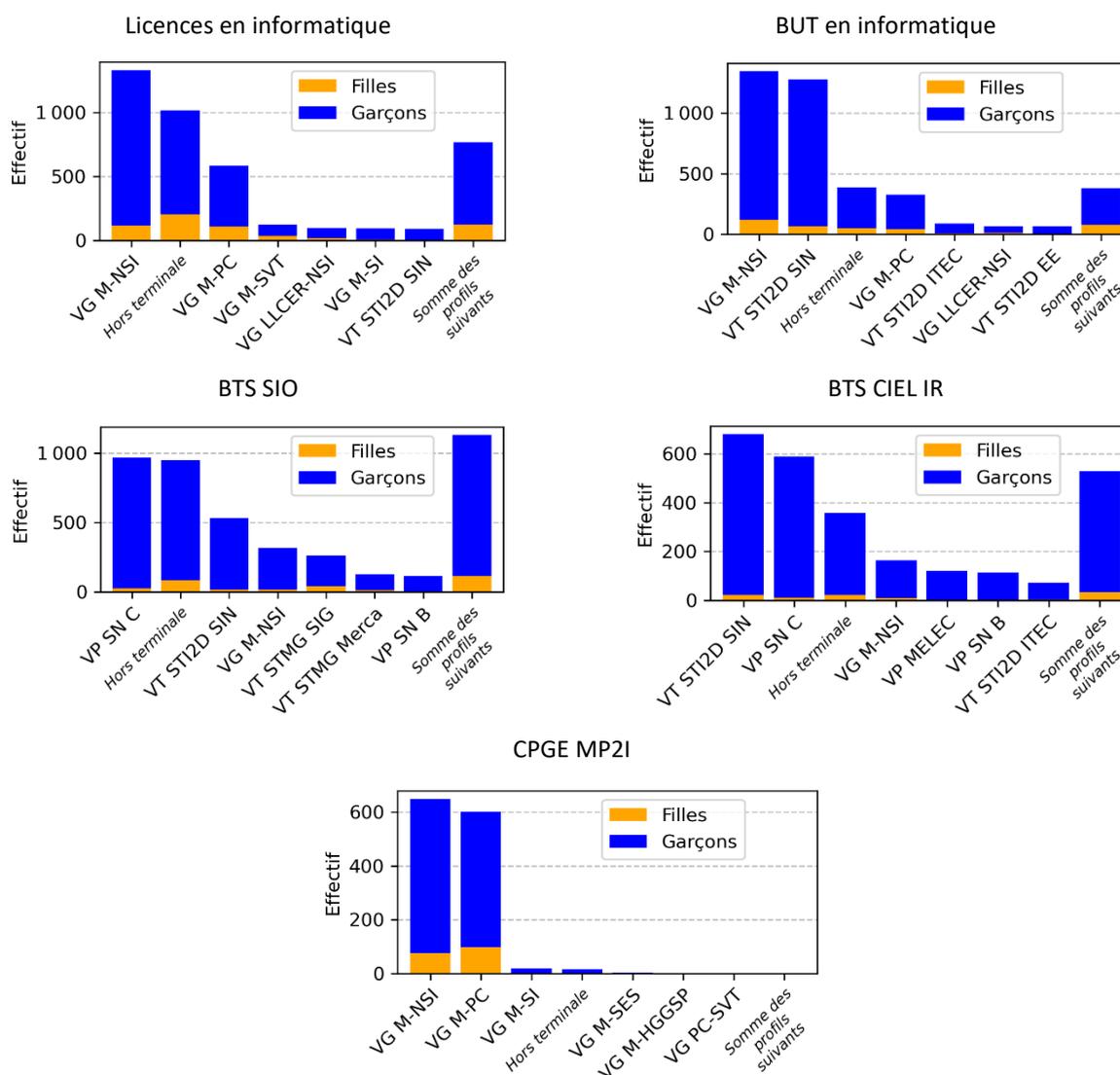
- les élèves de la voie générale avec le profil de doublettes d'enseignements de spécialité mathématiques - numérique et sciences informatiques (M-NSI) en terminale alimentent de façon importante les formations de licences et de bachelors universitaires de technologie (BUT) en informatique, ainsi que les classes préparatoires aux grandes écoles mathématiques, physique, ingénierie et informatique (CPGE MP2I). Ils alimentent aussi dans une moindre mesure les formations aux brevets de technicien supérieur (BTS) services informatiques aux organisations (SIO) et cybersécurité, informatique et réseaux, électronique option informatique et réseaux (CIEL IR) ;
- les élèves de la voie technologique de la série STI2D ayant suivi l'enseignement spécifique SIN sont très présents parmi les admis à la préparation des BUT Informatique, dans les sections de technicien supérieur (STS) CIEL IR et intègrent davantage les formations au BTS SIO. Ceux de la série STMG ayant suivi l'enseignement spécifique SIG apparaissent également parmi les admis à la préparation au BTS SIO ;
- les élèves de la voie professionnelle issus de la spécialité SN option C constituent une part notable des admis aux préparations des BTS SIO et BTS CIEL IR.

Il est à noter la contribution importante visible sur la figure 1 des candidats de la catégorie « Hors terminale » aux formations des licences en informatique et des BTS SIO et BTS CIEL IR. Il s'agit pour la plupart d'étudiants de l'enseignement supérieur en réorientation scolaire dont le parcours précis n'est pas connu.

²¹ <https://eduscol.education.fr/document/20389/download>.

²² L'ensemble des acronymes utilisés sur cette figure et dans le reste du rapport sont définis dans le glossaire de l'annexe 3.

Figure 1 – Les admissions Parcoursup à la session 2023 dans des formations du supérieur en liaison avec les métiers au cœur du numérique



Champ : candidats admis de la session 2023 de Parcoursup à l'issue des phases principale et complémentaire.

Lecture : 112 filles et 1 217 garçons avec la doublette M-NSI en terminale ont été admis dans une licence d'informatique au terme de la session 2023 de Parcoursup. Seuls les sept principaux profils des admis sont précisés par ordre décroissant d'effectif, la dernière barre correspondant à la totalité des admis d'autres profils. Le profil « Hors terminale » désigne l'ensemble des élèves non issus de terminale ou d'une mise à niveau en France.

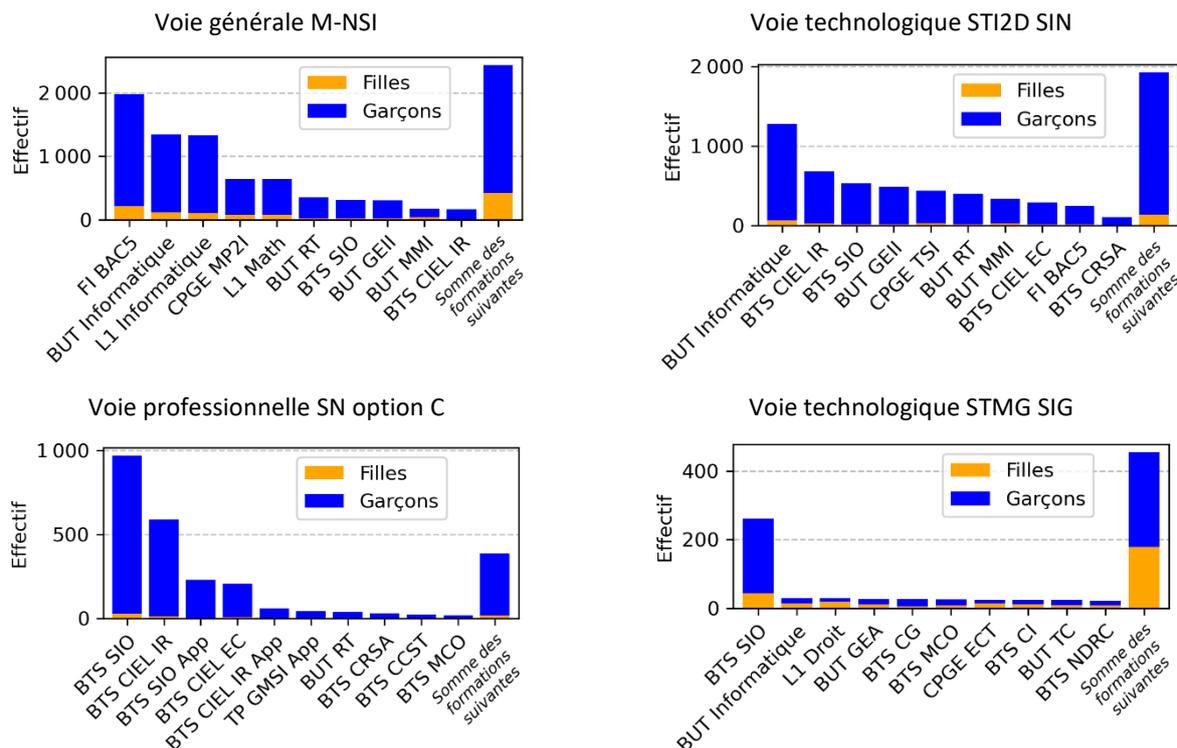
Source : mission à partir des données Parcoursup 2023

Parmi l'ensemble des néo-bacheliers admis dans les formations de la figure 1, 66,5 % ont suivi l'un des enseignements dédiés du tableau 1 du niveau terminale. Dans le détail, cette part est de 58,5 % pour les licences d'informatique, 79,6 % pour les BUT d'informatique, 65,1 % pour les BTS SIO, 67,8 % pour les BTS CIEL IR et 50,8 % pour les CPGE MP21²³. **Ces chiffres sont sans doute nettement plus élevés si l'on tient également compte des élèves qui ont suivi l'enseignement de spécialité NSI en première.**

L'analyse précédente du point de vue des formations peut être complétée par une analyse du point de vue des profils des candidats. La figure 2 permet de visualiser, pour les profils d'élèves les plus marqués par des enseignements dédiés à l'informatique, leurs admissions principales dans l'enseignement supérieur sous le prisme de Parcoursup. **On observe que les orientations préférentielles concernent des formations de l'enseignement supérieur potentiellement porteuses pour les métiers du numérique.**

²³ Source : mission à partir des données Parcoursup 2023.

Figure 2 – Les admissions Parcoursup à la session 2023 pour des profils d'élèves de terminale



Champ : candidats admis de la session 2023 de Parcoursup à l'issue des phases principale et complémentaire.

Lecture : 112 filles et 1 217 garçons avec la doublette M-NSI en terminale ont été admis dans une licence d'informatique au terme de la session 2023 de Parcoursup. Seules les dix formations les plus choisies ont été précisées par ordre décroissant d'effectif, la dernière barre correspondant à la totalité des admissions sur d'autres formations.

Source : mission à partir des données Parcoursup 2023

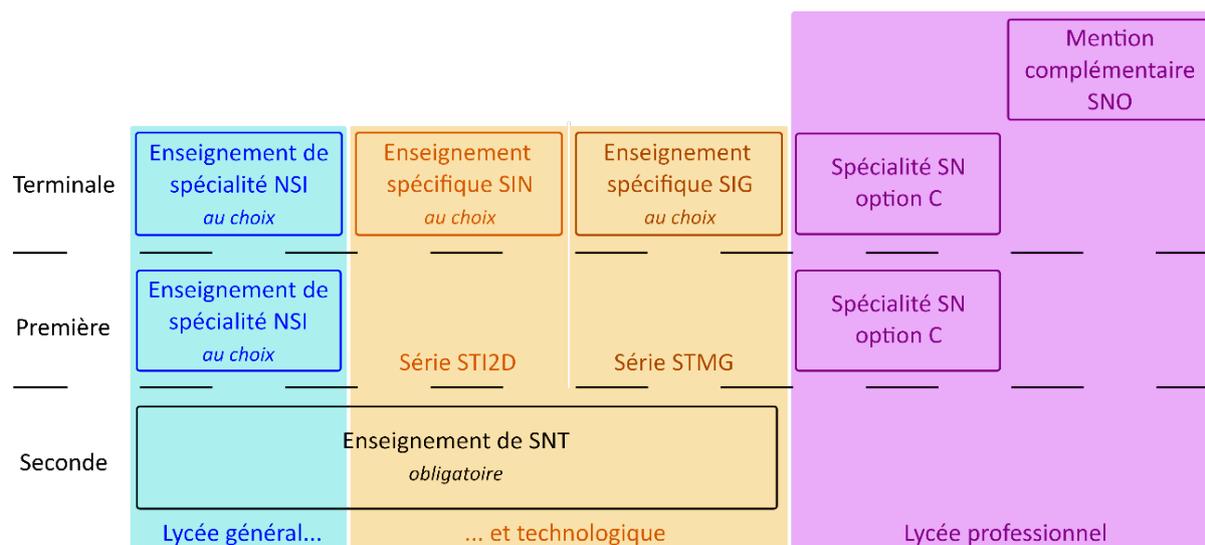
Les figures 1 et 2 montrent le déficit marqué de filles dans les admissions Parcoursup concernant les formations du numérique et de l'informatique. Comme la mission a pu le vérifier au travers des données de la plateforme, ce défaut de mixité ne relève pas du protocole de classement des dossiers par les formations mais d'une problématique de déficit en filles dans leur vivier, traitée dans la suite du rapport.

Toutes voies confondues, 4,9 % des élèves de terminale à la rentrée 2023 suivent un enseignement dédié d'informatique (NSI, SIN, SIG, bac pro SN option C)²⁴ ; près de la moitié de ces élèves sont dans les voies technologique et professionnelle. **Les éléments d'analyse précédents justifient le fait que la mission porte son attention sur les enseignements dédiés listés dans le tableau 1 et repris sur la cartographie de la figure 3.** Ces enseignements participent de manière significative à l'orientation des élèves vers les formations aux métiers au cœur du numérique et contribuent notablement aux effectifs de ces formations ; les enseignements de SNT et de la mention complémentaire SNO ont également été intégrés au périmètre de l'étude car ils ont vocation à contribuer de façon particulière à l'orientation vers des métiers au cœur du numérique.

Les enseignements de la cartographie de la figure 3 n'ont pas tous été créés selon une même logique. Leur étude par la mission conduit à des constats contrastés développés dans la suite de cette partie.

²⁴ Source : mission à partir de la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

Figure 3 – Cartographie des enseignements plus spécifiquement consacrés au numérique et à l’informatique au lycée étudiés par la mission



Source : mission

1.2. Un enseignement de sciences numériques et technologie en seconde générale et technologique en décalage avec ses objectifs et sans impact sur les choix de parcours des élèves

1.2.1. Un enseignement obligatoire combinant sciences et humanités pour une culture commune

L’enseignement de SNT est mis en place à la rentrée 2019 en classe de seconde GT²⁵, avec une quotité hebdomadaire d’une heure trente. Il a pour but, comme l’indique son programme²⁶, de permettre aux élèves « d’appréhender les principaux concepts des sciences numériques » et « à partir d’un objet technologique, de comprendre le poids croissant du numérique et les enjeux qui en découlent » ; il doit également aider « à mieux comprendre les enjeux scientifiques et sociétaux de la science informatique et de ses applications, à adopter un usage réfléchi et raisonné des technologies numériques dans la vie quotidienne et à se préparer aux mutations présentes et à venir de tous les métiers ». Le programme prévoit que l’enseignement se conduit via des activités avec des éléments de culture scientifique et technologique et dans le cadre de sept thèmes : Internet ; le Web ; les réseaux sociaux ; les données structurées et leur traitement ; localisation, cartographie et mobilité ; informatique embarquée et objets connectés ; la photographie numérique. La programmation fait l’objet de notions transverses et doit contribuer à la mise en avant des concepts fondamentaux de la science informatique^{27 28}.

L’enseignement de SNT a succédé à l’enseignement d’exploration informatique et création numérique (ICN) de même volume horaire, mais avec des différences notables : son programme est beaucoup plus complet et il ne relève plus du choix des élèves et existe sur tous les établissements²⁹ puisqu’il fait partie des enseignements communs de seconde GT. Ce passage à un enseignement obligatoire constitue un changement majeur dans le sens d’une culture commune sur le champ de l’informatique et du numérique pour les élèves des voies générale et technologique du lycée, en mettant un terme au manque de mixité

²⁵ Arrêté du 16 juillet 2018 publié au JORF du 17 juillet 2018.

²⁶ Programme de SNT défini par un arrêté du 17 janvier 2019 publié au BO spécial n° 1 du 22 janvier 2019.

²⁷ Comme dans les programmes de mathématiques et de physique-chimie de seconde GT, le codage est réalisé avec le langage Python (programmation textuelle) qui prend la suite du langage Scratch (programmation par blocs) utilisé au collège.

²⁸ La ressource suivante donne de nombreux éléments à propos de l’enseignement de SNT : MENJ (août 2023). Vademecum sciences numériques et technologie, numérique et sciences informatiques : <https://eduscol.education.fr/document/52689/download>

²⁹ 46 % des établissements avec seconde GT proposaient l’enseignement d’ICN à la rentrée 2018 après calcul par la mission à partir de la base centrale de pilotage.

filles-garçons antérieur³⁰. Il est à noter que les élèves de la voie professionnelle ne disposent pas d'un enseignement équivalent.

1.2.2. Un enseignement qui n'atteint pas ses objectifs, sans impact sur l'orientation et trop souvent considéré comme mineur

L'ensemble des observations effectuées par la mission confirment la divergence significative entre les objectifs de l'enseignement de SNT et les contenus effectivement enseignés déjà rapportée par le Conseil supérieur des programmes³¹. Les thèmes ne sont généralement pas tous traités ; les approches sont très variables selon les organisations de classe retenues et selon les enseignants aux compétences et rattachements disciplinaires très divers ; les dimensions scientifique et technologique sont peu investies. Les concepts fondamentaux ne sont pas suffisamment mis en avant et laissent fréquemment place à des approches plus superficielles des sujets. L'annexe 4 comporte une analyse détaillée des pratiques pédagogiques constatées par la mission.

Dans ce contexte, l'enseignement de SNT suscite peu d'intérêt chez les élèves entendus³². Ils n'en saisissent que très partiellement l'utilité : ils jugent que cet enseignement « *n'apporte pas grand-chose* » ou qu'il « *permet surtout d'apprendre à utiliser des outils numériques de base* ».

Axé sur le numérique et la technologie, cet enseignement pourrait être un élément de continuité entre le collège et le cycle terminal sur ces domaines ; il pourrait notamment susciter des vocations pour les formations et les métiers du numérique et donner l'envie aux élèves – filles et garçons – de poursuivre vers les cursus correspondants. Toutefois, la mission constate que, les objectifs du programme n'étant pas atteints, il n'existe aucun rôle significatif en ce sens au regard des entretiens réalisés. Par exemple, l'enseignement de SNT n'est généralement pas vu comme un levier d'orientation vers l'enseignement de spécialité NSI dont les contenus sont jugés très distants : comme dit par des élèves, « *SNT ne sert pas pour NSI* », « *SNT est trop superficiel, trop éloigné de NSI* ».

Alors qu'il aurait dû être un levier pour attirer les jeunes vers des parcours liés au numérique, l'enseignement de SNT est, somme toute, vu comme sans enjeu, sans rôle moteur pour l'orientation et donc très secondaire par la majorité des acteurs rencontrés (inspecteurs, chefs d'établissement, professeurs et élèves). Ce constat est pris en compte par la mission dans les recommandations en seconde partie de rapport (voir en particulier les paragraphes 2.1.2., 2.4.1. et 2.4.2.).

1.3. Une avancée dans la voie générale avec l'enseignement de numérique et sciences informatiques, pour partie contrariée

1.3.1. Un enseignement de science informatique d'une envergure inédite

Avant la réforme du lycée général et technologique de 2019, le cycle terminal de la voie générale comportait deux enseignements dédiés à l'informatique et au numérique à hauteur de deux heures hebdomadaires : informatique et création numérique (ICN) et informatique et sciences du numérique (ISN)³³. Ils disparaissent suite à cette réforme³⁴ qui instaure les enseignements de spécialité, dont celui intitulé numérique et sciences informatiques (NSI).

³⁰ À la rentrée 2018 précédant la réforme, l'enseignement d'ICN concernait 7,4 % des élèves de seconde GT et était particulièrement genré puisqu'il comportait 79 % de garçons, d'après DEPP, Repères et références statistiques, 2019.

³¹ CSP. Avis sur la contribution du numérique à la transmission des savoirs et à l'amélioration des pratiques pédagogiques, *op. cit.*

³² Environ 150 élèves ayant suivi l'enseignement de SNT dans leur parcours et d'établissements divers ont été entendus sur les cinq académies regardées plus spécifiquement par la mission.

³³ L'enseignement facultatif ICN s'adressait aux élèves de première de toutes les séries et aux élèves de terminale des séries ES et L et visait à leur faire appréhender l'importance de l'informatique aussi bien dans les sciences que dans les lettres, les langues, les arts, les sciences humaines et sociales. L'enseignement ISN était au choix des élèves de la série S et proposait un approfondissement des connaissances et des compétences en informatique en reflétant le caractère scientifique et technique propre à la discipline et en lien avec des problématiques du moment.

³⁴ Arrêté du 16 juillet 2018 publié au JORF du 17 juillet 2018.

L'enseignement de spécialité NSI, même s'il relève toujours du choix des élèves comme ceux d'ICN et ISN, se veut d'une toute autre envergure : il dispose d'un volume horaire plus important – quatre heures hebdomadaires en première et six heures hebdomadaires en terminale – pour des contenus plus ambitieux et concerne la totalité du cycle terminal de la voie générale sans limitation en termes de couplage avec d'autres spécialités³⁵.

L'enseignement de spécialité NSI vise l'appropriation par les élèves des concepts et méthodes qui fondent l'informatique pour, notamment, préparer à la poursuite d'études dans ce domaine de ceux qui le souhaitent. Sur l'ensemble des enseignements de la formation pré-baccalauréat, celui de NSI présente les contenus les plus approfondis de la science informatique et ne se réduit pas à l'algorithmique et à la programmation³⁶. Il ne priorise pas le développement d'une culture citoyenne ou d'une culture technique même si, par exemple, les activités et projets préconisés dans le programme y contribuent³⁷. Une analyse des pratiques pédagogiques est présentée en annexe 4.

1.3.2. Une attractivité de l'enseignement de spécialité NSI en classe de première dès son installation

Comme le montre le tableau 3, l'enseignement de spécialité NSI a permis, dès sa mise en place, d'augmenter significativement le nombre d'élèves formés à la science informatique en classe de première. **Les effectifs n'ont cessé de croître, avec toutefois une évolution bien moins marquée depuis la rentrée 2021.** À titre de comparaison, la valeur d'environ 39 000 élèves atteinte à la rentrée 2023 représente un peu plus du double du nombre d'élèves qui s'engagent au même âge dans sur la matière informatique *Computer science* au Royaume-Uni, pays de taille comparable à la France³⁸.

L'enseignement de spécialité NSI est au huitième rang des choix des élèves en première à la rentrée 2023, avec des effectifs nettement inférieurs à ceux des mathématiques, de la physique-chimie et des sciences de la vie et de la Terre (tableau 4).

Tableau 3 – Données sur les enseignements informatiques de première générale avant et après la réforme du lycée général et technologique

Enseignement	ICN première	NSI première				
		Rentrée	2018	2019	2020	2021
Nombre d'élèves	4 070	31 503	34 721	37 778	38 259	38 957
Part de choix	1,1 %	8,1 %	9,0 %	9,7 %	9,8 %	10,1 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2019, 4 070 élèves ont choisi l'enseignement ICN en première, ce qui représente 1,1 % des élèves concernés par ce choix.

Source : mission à partir des données DEPP RERS 2019, 2020, 2021, 2022 et 2023, DEPP NI 24.06 et de la base centrale de pilotage

³⁵ Le programme de l'enseignement de NSI en terminale mentionne qu'« il autorise tous les choix de couplage avec les autres spécialités ».

³⁶ Le programme de l'enseignement de spécialité NSI est défini par arrêté du 17 janvier 2019 publié au BO spécial n° 1 du 22 janvier 2019 pour le niveau première et du 19 juillet 2019 publié au BO spécial n° 8 du 25 juillet 2019 pour le niveau terminale. Les champs traités sont en première : histoire de l'informatique (de nature transversale) ; représentation des données : types et valeurs de base ; représentation des données : types construits ; traitement de données en tables ; interactions entre l'homme et la machine sur le Web ; architectures matérielles et systèmes d'exploitation ; langages et programmation ; algorithmique. En terminale : histoire de l'informatique (de nature transversale) ; structures de données ; bases de données ; architectures matérielles, systèmes d'exploitation et réseaux ; langages et programmation ; algorithmique.

³⁷ La ressource suivante donne de nombreux éléments à propos de l'enseignement de NSI : MENJ (août 2023). Vademecum sciences numériques et technologie, numérique et sciences informatiques, *op. cit.*

³⁸ Les données du *Joint council for qualifications*, disponibles à l'adresse <https://www.jcq.org.uk/examination-results>, font état de 18 306 candidats à l'examen *Advanced level* (ou *A level*, de niveau équivalent à celui du baccalauréat) pour cette matière en juin 2023 à l'issue d'une préparation de deux années (équivalentes au cycle terminal en France). Cet effectif est en forte augmentation chaque année depuis 2014 (+ 16,7 % de 2022 à 2023).

Tableau 4 – Effectifs d’enseignements de spécialité scientifiques en première à la rentrée 2023

Enseignement	Nombre d’élèves	Part de choix	Rang de choix
Mathématiques	250 704	65,2 %	1
Physique-chimie	168 847	43,9 %	3
Sciences de la vie et de la Terre	148 964	38,7 %	4
Numérique et sciences informatiques	38 957	10,1 %	8
Sciences de l’ingénieur	17 340	4,5 %	9

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, 38 957 élèves ont choisi l’enseignement de NSI en première, ce qui représente 10,1 % des élèves concernés par ce choix ; cela correspond au huitième rang des enseignements de spécialité choisis sur ce niveau. Pour information, il y avait 384 569 élèves en première générale à la rentrée 2023 dans le champ.

Source : DEPP NI 24.06

Lors des auditions menées, la mission relève que l’attractivité de l’enseignement de spécialité NSI en première apparaît de manière positive. Les élèves³⁹ réalisent en majeure partie un choix authentique pour leur parcours, sans procéder par élimination. Beaucoup font ce choix par goût – voire par passion – pour l’informatique « pour un projet futur dans le domaine » ou « pour ouvrir des portes » ou encore « parce que ça mène à des métiers bien payés ». D’autres choisissent l’enseignement de spécialité NSI avec une volonté d’acquérir des compétences sans nécessairement envisager une poursuite d’études à destination de métiers du numérique, ou par simple curiosité.

1.3.3. Une part de choix de l’enseignement de spécialité NSI impactée négativement par son déploiement partiel et inégal sur l’ensemble du territoire

L’enseignement de spécialité NSI de première est proposé in situ dans 58,1 % des établissements disposant du cycle terminal de la voie générale à la rentrée 2023⁴⁰ avec une faible évolution depuis la réforme 2019. Cette implantation partielle dépend des académies, et ce de façon notable.

La figure 4 dresse un état sur l’ensemble des académies pour la classe de première en croisant les deux dimensions suivantes qui s’avèrent bien corrélées : la part de choix de l’enseignement de NSI par les élèves et la part des établissements disposant de cet enseignement *in situ*. Les académies qui présentent un choix de NSI le plus faible par les élèves sont généralement celles où peu d’établissements l’accueillent. Le déploiement partiel limite le choix de cet enseignement par les élèves : rares sont les changements d’établissement, le suivi dans un établissement voisin – qui entraîne une complexité d’organisation – ou encore la modalité de formation par le Centre national d’enseignement à distance (CNED)⁴¹.

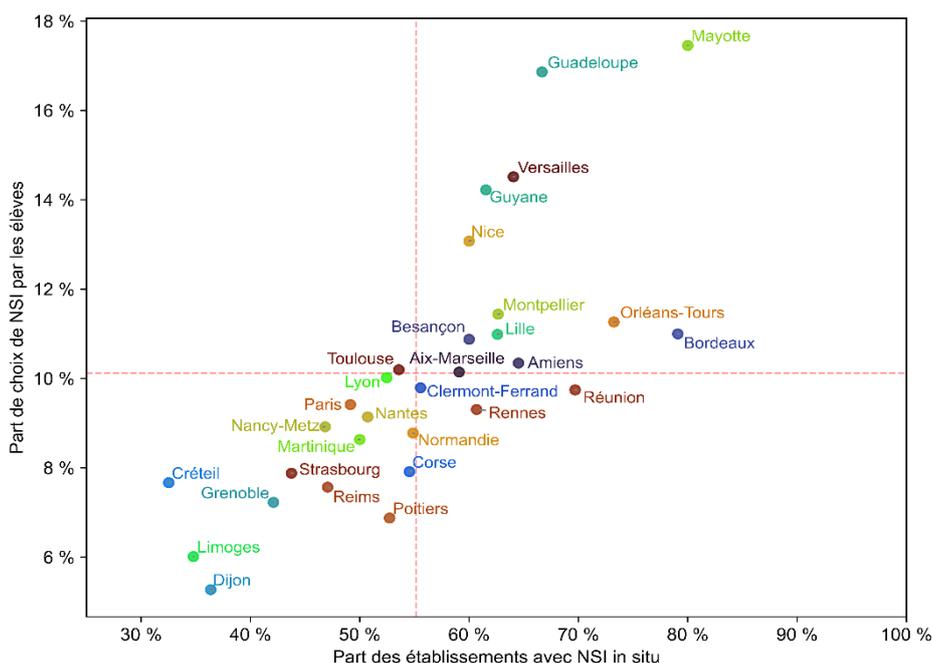
Les acteurs du numérique et de l’informatique, de la formation et des métiers, s’interrogent sur la position partielle et disparate de l’enseignement de l’informatique dans les lycées au regard de la transformation numérique en cours et des nombreux enjeux associés.

³⁹ Une soixantaine d’élèves suivant cet enseignement dans divers établissements ont été entendus sur les cinq académies plus spécifiquement regardées par la mission.

⁴⁰ Source : mission à partir de la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

⁴¹ Cette modalité est considérée comme peu efficace sur le terrain, même avec la mise en place d’un suivi par un professeur en établissement.

Figure 4 – Croisement de la part des établissements proposant la spécialité NSI in situ avec celle du choix de la spécialité NSI par les élèves, par académie à la rentrée 2023 pour la classe de première



Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, dans l'académie de Dijon, il y avait 36,4 % d'établissements avec l'enseignement de NSI en première in situ et 5,3 % d'élèves ayant choisi cet enseignement. Les lignes en pointillés rouges précisent les positions des valeurs moyennes sur l'ensemble du champ en première générale.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Des stratégies différentes de déploiement de l'enseignement de spécialité NSI dans les académies de Créteil et de Versailles

La mission s'est déplacée dans les académies de Créteil et de Versailles et a relevé des choix différents pour installer l'enseignement de spécialité NSI :

- dans l'académie de Créteil, le choix a été fait d'ouvrir cet enseignement en cohérence avec les compétences des professeurs disponibles, tout en veillant à ne pas mobiliser trop d'enseignants de mathématiques, discipline déficitaire en 2019 dans l'académie. À la rentrée 2023⁴², l'enseignement de spécialité NSI de première est proposé in situ dans 35 % des lycées publics (40 lycées) et 31 % des établissements privés sous contrat (14 établissements) disposant de la voie générale. Cela permet à 7,7 % des élèves de première de la voie générale (2 094 lycéens) de suivre cet enseignement dans l'académie ;
- dans l'académie de Versailles, l'enseignement de spécialité NSI a été largement déployé en engageant les professeurs dans la formation au diplôme interuniversitaire « enseigner l'informatique au lycée » (DIU-EIL). À la rentrée 2023, cet enseignement est proposé in situ en première dans 75 % des lycées publics (103 lycées) et 56 % des établissements privés sous contrat (36 établissements) disposant de la voie générale. Cela permet à 14,5 % des élèves de première de la voie générale (6 082 lycéens) de suivre l'enseignement de spécialité NSI dans l'académie.

Il est à noter que ces stratégies différentes de déploiement n'impactent pas le choix de cet enseignement selon la catégorie socioprofessionnelle (CSP) des familles des élèves : toujours à la rentrée 2023, 50,5 % des lycéens de première qui suivent l'enseignement de spécialité NSI relèvent des CSP les moins favorisées⁴³ pour un taux global de 52,6 % en première générale sur l'académie de Créteil ; pour l'académie de Versailles, ces taux sont respectivement de 34,4 % et 35,3 %.

⁴² Les données de l'encadré ont été extraites de la base centrale de pilotage et ne concernent que les établissements qui relèvent du MENJ.

⁴³ Les CSP les moins favorisées considérées ici sont les CSP 1 (défavorisée) et CSP 2 (moyenne). Les autres élèves relèvent des CSP 3 (favorisée) et CSP 4 (très favorisée).

La mission considère que, même s'il est notable que l'enseignement de spécialité NSI touche près de 39 000 élèves en première dans un tel contexte de déploiement partiel et inégal sur le territoire, la situation actuelle reste un frein pour la construction des parcours des élèves vers les métiers au cœur du numérique. Ce constat est pris en compte par la mission dans des recommandations en seconde partie de rapport (voir en particulier le paragraphe 2.1.2.).

1.3.4. Un fort taux d'abandon au passage en terminale bien davantage lié à une stratégie d'orientation qu'à un désintérêt pour l'informatique

Un enseignement de spécialité peu choisi en terminale

S'il y a eu, pour la classe de première, une forte élévation du nombre d'élèves suivant un enseignement dédié d'informatique par rapport à la situation avant réforme, ce n'est pas le cas pour la classe de terminale où le nombre d'élèves ayant choisi l'enseignement de NSI à la rentrée 2020 était nettement inférieur à celui concernant ISN à la rentrée précédente (tableau 5). Depuis, l'effectif d'élèves suivant cet enseignement de spécialité en terminale a augmenté, mais stagne depuis la rentrée 2022 et il reste nettement limité par rapport à celui de première : **l'enseignement de NSI reste l'un des plus abandonnés par les élèves au passage en terminale** (taux d'abandon de 52,8 % à la rentrée 2023⁴⁴) où seuls deux enseignements de spécialité sont conservés⁴⁵.

Tableau 5 – Données sur les enseignements informatiques de terminale générale avant et après la réforme du lycée général et technologique

Enseignement	ICN terminale	ISN terminale	NSI terminale			
			Rentrée 2020	2021	2022	2023
Rentrée	2019	2019	2020	2021	2022	2023
Nombre d'élèves	442	18 662	13 912	16 158	17 835	17 612
Part de choix	0,2 %	9,4 %	3,7 %	4,3 %	4,7 %	4,6 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2019, 442 élèves ont choisi l'enseignement ICN en terminale, ce qui représente 0,2 % des élèves concernés par ce choix (en l'occurrence les élèves des terminales ES et L).

Source : mission à partir des données DEPP RERS 2020, 2021, 2022 et 2023, DEPP NI 24.06 et de la base centrale de pilotage

L'enseignement de spécialité NSI est, comme en première, au huitième rang des choix des élèves en terminale à la rentrée 2023, avec des effectifs toujours inférieurs à ceux des mathématiques, de la physique-chimie et des sciences de la vie et de la Terre (tableau 6). Cet enseignement pâtit comme en première de son déploiement limité sur les établissements avec une difficulté supplémentaire : des lycées ne sont pas en mesure de proposer des groupes d'enseignement de NSI en terminale, même s'ils en avaient en première, en raison d'effectifs trop faibles.

⁴⁴ Ce taux d'abandon est par exemple supérieur à ceux des enseignements de spécialité physique-chimie (27,7 %) et sciences de la vie et de la Terre (39,1 %). Source : DEPP NI 24.06 (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

⁴⁵ À titre de comparaison, comme déjà dit, le nombre de candidats sur la matière informatique *Computer science* du *A level* au Royaume-Uni était de 18 306 candidats en juin 2023, avec une forte augmentation chaque année depuis 2014 (+ 16,7 % de 2022 à 2023).

Tableau 6 – Effectifs d’enseignements de spécialité scientifiques en terminale à la rentrée 2023

Enseignement	Nombre d’élèves	Part de choix	Rang de choix
Mathématiques	167 347	43,7 %	1
Physique-chimie	118 973	31,1 %	3
Sciences de la vie et de la Terre	87 870	23,0 %	5
Numérique et sciences informatiques	17 612	4,6 %	8
Sciences de l’ingénieur	5 823	1,5 %	10

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, 17 612 élèves ont choisi l’enseignement de NSI en terminale, ce qui représente 4,6 % des élèves concernés par ce choix ; cela correspond au huitième rang des enseignements de spécialité choisis sur ce niveau. Pour information, il y avait 382 558 élèves en terminale générale à la rentrée 2023 dans le champ.

Source : DEPP NI 24.06

Des stratégies d’orientation qui contraignent actuellement le choix de cet enseignement

Le fort taux d’abandon de l’enseignement de spécialité NSI entre les niveaux première et terminale est davantage lié à une problématique d’orientation qu’à un réel désintérêt pour ses contenus – assez généralement appréciés, avec notamment la réalisation de projets. Les stratégies élaborées par les élèves privilégient d’autres enseignements de spécialité, tels ceux associés aux disciplines scientifiques dites « historiques » ou « traditionnelles », vis-à-vis desquels les attentes de l’enseignement supérieur sont considérées comme plus claires par les équipes pédagogiques, les élèves et leur famille. Par exemple, la doublette M-PC est considérée comme « plus sûre » et « plus polyvalente » que la doublette M-NSI, y compris par les professeurs assurant l’enseignement de NSI : il est généralement « plus dur de rattraper les contenus de physique-chimie que ceux de NSI dans le supérieur » ; « on ne doit pas mentir aux élèves : mathématiques-NSI est plus pour ceux qui sont sûrs de vouloir faire de l’informatique ».

Les élèves qui conservent l’enseignement de spécialité NSI en terminale souhaitent effectivement pour la plupart poursuivre vers une formation à des métiers au cœur du numérique, ce qui se vérifie au travers des données de la plateforme Parcoursup ; la figure 2 présentée supra en donne une visualisation notamment pour la doublette M-NSI. D’autres élèves, bien moins nombreux, le conservent par défaut, en raison de leur moindre intérêt ou réussite pour l’un des deux autres enseignements de spécialité qu’ils ont suivi en première : par exemple, une tripléte LLCER-M-NSI conduit alors à la doublette LLCER-NSI en terminale suite à l’abandon de l’enseignement de spécialité mathématiques.

Les formations de l’enseignement supérieur dans les domaines de l’informatique présentent les bacheliers ayant suivi l’enseignement de spécialité NSI. Toutefois, elles tiennent peu compte des particularités que cela confère à leur profil dans leurs cursus et ne veulent pas, dans leur recrutement, mettre en défaut des élèves qui n’ont pas pu choisir un enseignement de spécialité NSI non offert dans leur lycée : on retrouve ici un impact négatif du déploiement partiel de cet enseignement.

Le constat d’un défaut de confiance entre l’enseignement secondaire et l’enseignement supérieur d’une part et de l’obstacle de l’abandon forcé d’un enseignement de spécialité au passage en terminale d’autre part

Les divers acteurs entendus et la mission jugent qu’il est nécessaire de renforcer le lien de confiance entre l’enseignement secondaire et l’enseignement supérieur à propos de l’enseignement de NSI en matière d’attentes et d’accueil dans les diverses formations, spécialisées ou plus généralistes, notamment les plus sélectives.

Qui plus est, le passage obligatoire de trois à deux enseignements de spécialité entre la première et la terminale est critiqué par les acteurs : il est vu comme un obstacle majeur pour l’enseignement de NSI – mais

aussi pour d'autres comme sciences de l'ingénieur qu'il conviendrait de lever. Cela serait bénéfique à la richesse des profils formés, à leur ouverture sur plusieurs champs – scientifiques ou non. **La demande de conserver trois enseignements de spécialité ou de choisir un enseignement complémentaire optionnel à l'image de celui de mathématiques complémentaires – en particulier pour les disciplines scientifiques peu présentes dans le tronc commun – revient régulièrement.**

1.3.5. Un enseignement davantage combiné avec l'enseignement de spécialité mathématiques

La majorité des combinaisons, en matière d'effectifs, qui intègrent l'enseignement de spécialité NSI sont à coloration scientifique⁴⁶ et cet enseignement est généralement choisi conjointement avec les mathématiques : en première, les combinaisons avec M-NSI recouvrent 83,3 % des élèves concernés ; en terminale, 70,0 % des élèves qui ont choisi l'enseignement de spécialité NSI ont également choisi celui de mathématiques et, lorsque ce n'est pas le cas, 10,0 % ont retenu l'option mathématiques complémentaires⁴⁷. Sur l'ensemble des combinaisons comportant la spécialité NSI, les plus choisies en première et en terminale sont respectivement M-NSI-PC et M-NSI – loin devant les autres – avec une progression en matière d'effectifs à chaque rentrée.

L'association de l'enseignement de spécialité NSI avec les mathématiques est souvent présentée comme vivement recommandée, voire obligatoire, par les équipes dans les établissements. Les élèves précisent qu'ils sont incités à réaliser cette association, notamment en raison du lien historique de l'informatique avec les mathématiques qui se retrouve dans les contenus de NSI. Ceux qui ont abandonné les mathématiques en terminale avouent avoir des difficultés pour certaines parties du programme.

Les acteurs des formations de l'enseignement supérieur et les professionnels soulignent aussi l'importance des mathématiques pour le parcours des élèves vers les métiers du numérique : cela permet de « *disposer de talents qui ont une logique et peuvent s'adapter sur un domaine très évolutif* ». Néanmoins, ces mêmes acteurs reconnaissent que privilégier les doublettes M-NSI les éloigne de profils plus diversifiés.

L'enseignement de spécialité NSI est actuellement bien davantage vu comme un vecteur de formation à l'informatique fondamentale, en lien avec les mathématiques, plutôt qu'une ouverture pour des études supérieures diversifiées. **Ce constat montre le poids important, dans les représentations, des mathématiques pour un enseignement d'informatique, ce qui aujourd'hui interroge vu la variété des métiers au cœur du numérique. Parmi ces métiers, nombreux sont ceux qui ne nécessitent pas un niveau de mathématiques élevé.**

1.4. Des enseignements d'informatique dans la voie technologique moins visibles depuis la réforme du lycée, avec des dynamiques très différentes selon les séries

1.4.1. Des enseignements spécifiques, SIG en série STMG et SIN en série STI2D, qui visent une spécialisation informatique pour certains élèves issus de la voie technologique

La réforme 2019 de la voie technologique du lycée propose une nouvelle organisation⁴⁸ avec des enseignements de spécialité comme pour la voie générale : trois en première et deux en terminale, imposés et définis par série. Deux d'entre eux, en terminale, comportent des enseignements spécifiques :

- en série sciences et technologies du management et de la gestion (STMG), l'enseignement de spécialité management, sciences de gestion et numérique (MSGN), d'un volume hebdomadaire de dix heures, intègre quatre enseignements spécifiques : gestion et finance (GF) ; mercatique (Merca) ; ressources humaines et communication (RHC) ; systèmes d'information et de gestion (SIG) ;
- en série sciences et technologies industrielles et du développement durable (STI2D), l'enseignement de spécialité ingénierie, innovation et développement durable (I2D), d'un volume hebdomadaire de douze heures, intègre quatre enseignements spécifiques :

⁴⁶ L'annexe 5 précise des éléments statistiques complémentaires regroupés par la mission.

⁴⁷ Source : DEPP NI 24.06.

⁴⁸ Arrêté du 16 juillet 2018 publié au JORF du 17 juillet 2018.

architecture et construction (AC) ; énergies et environnement (EE) ; innovation technologique et écoconception (ITEC) ; systèmes d'information et numérique (SIN).

Les enseignements spécifiques SIG de la série STMG et SIN de la série STI2D font intervenir des domaines scientifiques et techniques de l'informatique dans leurs programmes⁴⁹, dans des contextes technologiques différents : le premier est ancré dans les systèmes d'information des organisations tandis que le second est ancré dans le domaine de la conception de produits communicants⁵⁰. La place du projet est importante dans ces deux enseignements qui appellent des démarches actives pratiques avec des réalisations techniques.

Le volume hebdomadaire moyen de l'enseignement spécifique SIG est estimé à quatre heures⁵¹ tandis que celui de SIN est de l'ordre du double⁵² : la coloration informatique du profil des élèves par l'enseignement spécifique est donc bien moins marquée en série STMG qu'en série STI2D.

1.4.2. Un poids devenu plus faible pour ces enseignements au sein de la voie technologique

Les enseignements SIN, puis SIG, ont été créés au début des années 2010⁵³ respectivement au sein des nouvelles séries STI2D et STMG pour répondre à un besoin de profils de la voie technologique à l'attention des formations et des métiers au cœur du numérique. Leurs contenus initiaux relevant du domaine de l'informatique étaient déjà significatifs et étaient abordés dans le contexte de ces séries : celui des sciences et technologies de l'industrie en série STI2D et celui des systèmes d'information au service de la gestion des organisations en série STMG.

Si, à l'instar des enseignements spécifiques actuels, ils relevaient d'un choix des élèves parmi d'autres⁵⁴, leurs positionnements étaient différents et leurs poids pour le baccalauréat étaient plus importants :

- l'enseignement SIN était un enseignement de spécialité assuré en première et terminale STI2D avec des volumes horaires hebdomadaires respectifs de cinq heures et neuf heures. Il était évalué pour le baccalauréat dans le cadre d'une épreuve de projet de coefficient 12, disjointe de l'épreuve relative aux enseignements technologiques transversaux de coefficient 8. Cette épreuve de projet comptait deux parties : une partie « revues de projet » avec des situations d'évaluation en cours d'année (coefficient 6) et une partie présentation du projet correspondant à l'évaluation terminale (coefficient 6) ;
- l'enseignement SIG était un enseignement de spécialité assuré en terminale STMG avec un volume hebdomadaire de six heures. Son évaluation au baccalauréat était réalisée au travers d'une épreuve écrite et pratique significative de coefficient 12 : la partie pratique (coefficient 6) était évaluée en cours d'année et la partie écrite était affectée d'une durée de quatre heures.

Depuis la réforme 2019, l'enseignement spécifique SIN de la série STI2D conduit à une évaluation pour le baccalauréat plus effacée qu'auparavant : elle n'apparaît que dans une partie de l'épreuve écrite de spécialité 2I2D – à hauteur de 8 points sur 20 pour une durée indicative d'une heure trente sur quatre heures comme indiqué sur les sujets proposés depuis la session 2021. L'enseignement spécifique SIG de la série STMG n'a quant-à-lui plus d'épreuve finale au baccalauréat et n'intervient pas dans la partie contrôle continu. Les enseignements spécifiques contribuent néanmoins à la préparation du Grand oral et au projet de poursuite d'études.

⁴⁹ Les programmes de ces enseignements spécifiques sont inclus dans ceux des enseignements de spécialité MSGN et 2I2D définis respectivement par l'arrêté du 19 juillet 2019 publié au BO spécial n° 8 du 25 juillet 2019 et l'arrêté du 17 janvier 2019 publié au BO spécial n° 1 du 22 janvier 2019.

⁵⁰ Des éléments descriptifs de leurs programmes se trouvent dans l'annexe 6.

⁵¹ Le programme de MSGN donne une répartition indicative du temps entre enseignement commun et enseignement spécifique : 60 % du temps pour le premier et 40 % pour le second, ce qui conduit à ce volume hebdomadaire moyen de quatre heures.

⁵² Le programme de 2I2D ne présente pas d'information de cet ordre, mais un document d'accompagnement propose cette estimation : MENJ (juin 2019). Mise en œuvre des programmes des enseignements de spécialité : innovation technologique (IT), ingénierie et développement durable (I2D) : <https://eduscol.education.fr/document/24925/download>

⁵³ Ils ont résulté d'une rénovation de la voie technologique engagée en 2010 qui a notamment conduit à la mise en place de la série STI2D – entrée en vigueur à la rentrée 2011 en première – et à celle de la série STMG un an plus tard.

⁵⁴ Les dénominations des autres enseignements au choix étaient les mêmes que celles des enseignements spécifiques actuels.

Comme la mission a pu le constater sur le terrain auprès de nombreux acteurs de l'enseignement scolaire et de l'enseignement supérieur, la réforme 2019 de la voie technologique n'a pas bénéficié à ces enseignements SIN et SIG : leur moindre importance dans les emplois du temps et dans les épreuves terminales du baccalauréat et leur intégration à des enseignements de spécialité les ont rendus moins visibles, notamment pour les élèves, leurs familles et les formations post-bac. Cette réforme n'a pas suffisamment tenu compte des spécificités de la voie technologique lors de l'introduction de la structure en enseignements de spécialité strictement analogue à celle de la voie générale. Des évolutions s'avèrent nécessaires (voir le paragraphe 2.1.2.).

1.4.3. Des dynamiques très différentes des enseignements SIN et SIG qui perdurent, avec l'enseignement SIG en défaut

Comme le montre le tableau 7, la réforme de la voie technologique entre les rentrées 2019 et 2020, a conduit à une légère baisse de la part des élèves ayant choisi en terminale les enseignements SIG et SIN dans leurs séries respectives. Mais le fait le plus marquant est la grande différence de dynamique entre ces deux enseignements : en série STI2D, l'enseignement SIN est largement proposé dans les établissements et est le plus choisi par les élèves ; *a contrario*, en série STMG, SIG est l'enseignement spécifique qui concerne le moins d'élèves et d'établissements, et ce de loin par rapport aux autres enseignements spécifiques⁵⁵.

Tableau 7 – Évolution des effectifs des enseignements SIG et SIN et du nombre d'établissements concernés

		Rentrée 2019		Rentrée 2020		Rentrée 2023	
		Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établissements	Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établissements	Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établissements
S T M G	SIG	2 250 [2,9 %]	178	1 762 [2,4 %]	158	1 873 [2,2 %]	137
	Total	76 940	1 295	73 942	1 296	84 089	1 331
S T I 2 D	SIN	11 852 [34,3 %]	463	9 388 [32,3 %]	486	9 450 [32,4 %]	518
	Total	34 497	631	29 062	632	29 174	636

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2020, 1 762 élèves suivaient l'enseignement SIG en terminale STMG, ce qui représente 2,4 % des élèves concernés par ce choix ; cet enseignement concernait les élèves de 158 établissements différents. L'année 2019 correspond aux enseignements homonymes proposés avant la réforme de la voie technologique.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Une attractivité forte de l'enseignement spécifique SIN au sein d'un vivier de la série STI2D contracté...

L'attrait des élèves de la série STI2D pour l'enseignement spécifique SIN est donc important, avec un intérêt qu'ils affirment généralement pour l'informatique et la perspective de l'accès à des formations à des métiers au cœur du numérique. Il s'agit d'un enseignement généralement apprécié, avec sa dimension pratique importante et la conduite de projets, même si son programme n'est pas totalement exempt de critiques : souhait d'un meilleur équilibre entre l'électronique et l'informatique, au profit de l'informatique ; ampleur

⁵⁵ Cet enseignement spécifique SIG a pâti plus que les autres de la réforme du fait du mode de financement des groupes à effectif réduit. L'annexe 7 fournit des éléments statistiques complémentaires détaillés pour l'ensemble des enseignements spécifiques des séries STMG et STI2D.

qui amène un sentiment de survol des contenus⁵⁶. L'annexe 4 comporte une analyse des pratiques pédagogiques constatées par la mission.

Les inspecteurs territoriaux et les chefs d'établissement soulignent une forte demande de l'enseignement spécifique SIN et indiquent que les flux sont volontairement contraints pour ne pas induire de déséquilibre trop important vis-à-vis des autres enseignements spécifiques de la série.

La baisse du nombre d'élèves en enseignement spécifique SIN par rapport à l'année scolaire 2019-2020 est liée à la chute de l'effectif de la série STI2D suite la réforme du lycée général et technologique, jugée préoccupante tant pour les équipes en établissement que pour les formations de l'enseignement supérieur – tels les BUT du secteur de la production pour lesquels ce vivier est essentiel et apprécié malgré des difficultés constatées en mathématiques et en sciences. Ils considèrent que la réforme du lycée a davantage profité à la voie générale qui offre plus de choix de parcours aux élèves. De plus, l'introduction de l'enseignement de spécialité NSI et la place devenue bien moins visible de l'enseignement spécifique SIN, comme cité précédemment, ne jouent pas en faveur du flux d'élèves vers la série STI2D.

... et un enseignement spécifique SIG qui souffre d'un fort défaut d'attractivité au sein de la série STMG, avec un déploiement trop limité et inégal

Contrairement à l'enseignement spécifique SIN sur la série STI2D, l'enseignement spécifique SIG de la série STMG présente un fort défaut d'attractivité. Si des élèves indiquent avoir choisi cet enseignement en raison d'une certaine appétence pour l'informatique et pour les perspectives d'avenir qu'offre cette discipline, d'autres les plus nombreux le suivent par défaut, notamment par manque de places dans les groupes des autres enseignements spécifiques. Une analyse des pratiques pédagogiques est présentée en annexe 4.

Diverses explications sont avancées par les inspecteurs territoriaux pour expliquer ce problème d'attractivité :

- un déficit de communication sur un enseignement trop peu proposé dans les établissements et mal connu des professeurs de première ;
- un manque d'enseignants compétents lié à un défaut de recrutement et de formation ;
- une vision scientifique et technique de l'enseignement par les élèves qui leur fait peur alors que leur profil n'est généralement pas scientifique ;
- une appellation moins explicite que celle des autres enseignements spécifiques qui sont perçus comme moins atypiques dans la série.

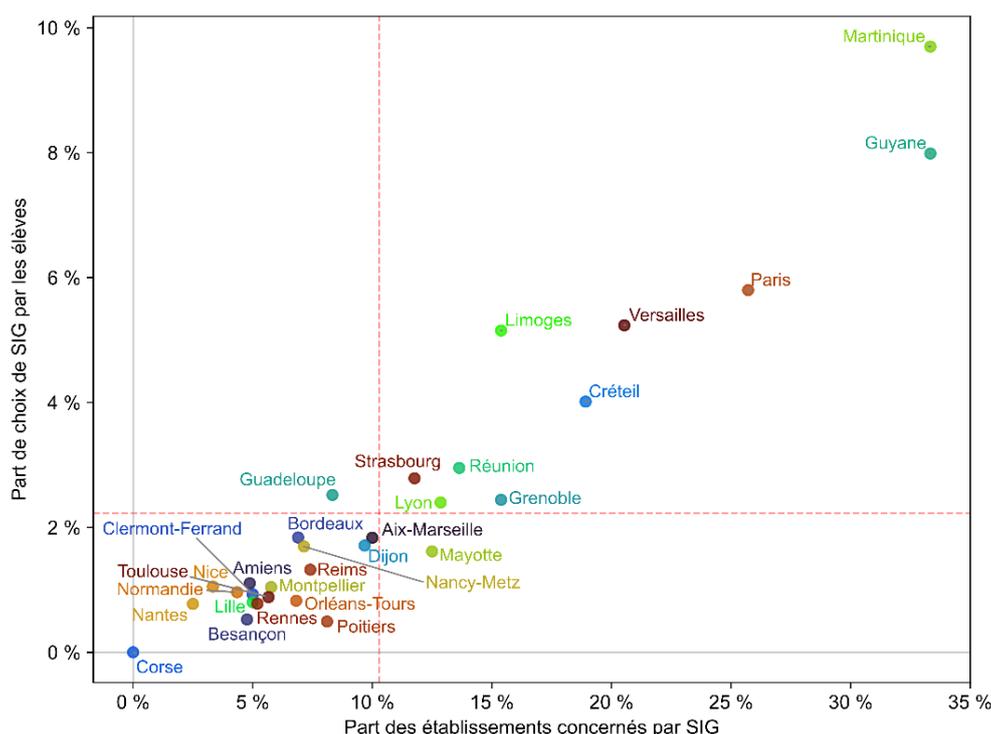
Des élèves qui pensaient « faire de l'informatique » sont parfois déçus par cet enseignement car ils ne le trouvent pas assez centré sur la programmation : ils aimeraient travailler davantage sur machine et moins sur l'analyse de documents.

La mission constate également au travers de la figure 5 – qui permet une lecture par académie de la dynamique de l'enseignement spécifique SIG, en matière de part de choix de ces enseignements et de part des établissements concernés – que le déploiement de cet enseignement est très inégal, ainsi que son impact avec une corrélation visible.

Une telle situation pour l'enseignement spécifique SIG, avec un aussi grand contraste par rapport à l'enseignement spécifique SIN sur la série STI2D, interroge fortement la mission : il est incohérent qu'une telle opportunité de parcours vers des études supérieures porteuses pour les métiers du numérique – avec de réels besoins dans le secteur des services – soit aussi peu proposée dans les établissements et aussi peu choisie par les élèves. En l'état actuel, la série STMG n'est pas perçue comme une voie possible vers des métiers au cœur du numérique. Il s'agit d'un élément pris en compte par la mission dans ses propositions (voir le paragraphe 2.1.2.).

⁵⁶ Il y a là un point de convergence avec les professeurs qui notent que le programme de l'enseignement spécifique SIN donne « une impression de confettis, de saupoudrage. Il y a un peu de tout, mais le traitement est superficiel avec un sentiment de "bricolage" ». Ils estiment donner une vue d'ensemble aux élèves à défaut de rentrer dans les détails.

Figure 5 – Croisement de la part des établissements ayant des élèves suivant SIG avec celle du choix de cet enseignement par académie à la rentrée 2023 pour la classe de terminale STMG



Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, dans l'académie de Créteil, 4,0 % des élèves de terminale STMG ont choisi l'enseignement SIG, ce qui correspondait à 18,9 % des établissements disposant de cette terminale. Les lignes en pointillés rouges précisent les positions des valeurs moyennes sur l'ensemble du champ en terminale STMG.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

1.5. Des formations professionnelles en évolution régulière

1.5.1. Des formations professionnelles qui évoluent pour s'adapter aux besoins des filières

Deux formations de la voie professionnelle offrent la possibilité aux élèves de poursuivre vers des métiers au cœur du numérique, que ce soit après l'obtention du diplôme ou après une poursuite d'études : la spécialité systèmes numériques (SN) du baccalauréat professionnel (bac pro) option Réseaux informatiques et systèmes communicants⁵⁷ (option RISC ou option C) et la mention complémentaire services numériques aux organisations⁵⁸ (SNO). Toutes deux proposent de façon significative des contenus⁵⁹ relevant de la culture technique, avec une approche non seulement « informatique outil » mais également « informatique objet ».

Ces formations résultent de la demande du monde professionnel et s'intègrent dans un paysage particulièrement évolutif du secteur du numérique pour répondre à ses besoins. Elles prévoient des périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) dans des structures d'accueil (entreprises, associations ou encore organismes publics) qui permettent d'immerger les apprenants dans des pratiques professionnelles en lien avec les compétences visées.

Le bac pro SN aborde les compétences professionnelles permettant aux techniciens d'exercer les activités liées à la préparation, l'installation, la réalisation, la mise en service et la maintenance sur les installations et équipements (matériels et logiciels) entrant dans la constitution des systèmes numériques.

⁵⁷ La spécialité SN est installée par arrêté du 1^{er} mars 2016 publié au JORF du 15 mars 2016. La première session d'examen s'est tenue en 2019.

⁵⁸ Cette mention complémentaire est installée par arrêté du 14 décembre 2020 publié au JORF du 22 janvier 2021. À compter du 1^{er} janvier 2025, la référence « mention complémentaire » sera remplacée par la référence « certificat de spécialisation ».

⁵⁹ Quelques éléments descriptifs de ces contenus sont proposés dans l'annexe 8.

L'approfondissement de ces compétences a lieu dans le contexte de l'option retenue : option A sûreté et sécurité des infrastructures, de l'habitat et du tertiaire (SSIHT) ; option B audiovisuels, réseau et équipement domestiques (ARED) ; option C réseaux informatiques et systèmes communicants (RISC). Cette formation fait suite à l'évolution de la spécialité système électronique numérique (référentiels de 2005, puis 2012) avec l'introduction des trois options A, B et C précédentes clairement identifiées. **À la rentrée 2023, la spécialité professionnelle systèmes numériques (SN) est l'objet d'une nouvelle évolution : elle devient, après rénovation, la spécialité cybersécurité, informatique et réseaux, électronique (CIEL)⁶⁰ pour tenir compte d'enjeux multiples liés aux transitions numérique et énergétique avec des impératifs de souveraineté industrielle.** La mission a néanmoins jugé pertinent d'intégrer à son étude le bac pro SN option C dont la dernière session se tiendra en 2025.

La mention complémentaire SNO est récente, puisqu'ouverte depuis la rentrée 2021. Il s'agit d'un diplôme de niveau 4 qui concerne le champ des activités liées au fonctionnement du système d'information des organisations et de leur présence en ligne, pour répondre à la transformation numérique. Sa création répond à la demande d'entreprises de la branche professionnelle de l'ingénierie, du conseil et du numérique portée par les syndicats Numeum (ex Syntec numérique), Cinov numérique et l'association Talents du numérique. La mention complémentaire SNO est accessible aux bacheliers de toutes les voies – générale, technologique et professionnelle – et permet d'entrer dans la vie professionnelle, de pouvoir évoluer par la formation continue, ainsi que d'envisager une poursuite d'études vers des métiers du numérique (par exemple en préparant ensuite le BTS SIO).

1.5.2. Un bac pro SN option C très attractif, dans un contexte d'offre de formation contenue, et à forte dimension prépeudeutique

Le bac pro SN se prépare dans un cycle terminal de la voie professionnelle spécifique, intégré généralement après la classe de seconde famille de métiers TNE (famille des métiers transitions numérique et énergétique) mise en place à la rentrée 2021. Il compte des apprenants très majoritairement de la voie scolaire, la voie par apprentissage représentant moins de 2 % des effectifs⁶¹.

L'option C du bac pro SN attire les élèves de façon très significative comme l'ont indiqué les inspecteurs territoriaux à la mission. Selon les données de la plateforme Orion⁶², le taux de pression à l'entrée en première de ce bac pro s'établit à 1,33⁶³ à la rentrée scolaire 2023 pour une moyenne de 0,88 pour l'ensemble des baccalauréats professionnels du secteur de la production. À la rentrée 2023, 10,6 % des élèves en première professionnelle SN option C ont changé d'établissement pour y accéder ; ce choix d'orientation est aussi plébiscité par les « candidatures passerelles » (intégration à partir de la seconde générale et technologique). Les élèves identifient cette formation comme la seule de la voie professionnelle leur permettant d'acquérir des compétences sur le domaine de l'informatique (l'association de l'électronique industrielle et embarquée dans cette option C étant secondaire pour une majorité d'entre eux). Les contenus enseignés sont appréciés même si certains élèves sont déçus par rapport à ce qui leur avait été présenté de cette formation, notamment le peu de place accordée à la programmation. Une analyse des pratiques pédagogiques est présentée en annexe 4.

Le tableau 8 montre que cette option C se démarque des autres options de ce baccalauréat par des effectifs et des ratios nombre d'élèves par division plus élevés. Elle se démarque aussi par une croissance régulière depuis son installation : + 12,3 % pour le niveau première entre les rentrées 2017 et 2023 et + 11,5 % pour le niveau terminale entre les rentrées 2018 et 2023. Le nombre de places pour préparer le bac pro SN option C reste néanmoins contenu essentiellement en raison de deux facteurs : celui de la capacité d'accueil du tissu

⁶⁰ Arrêté du 25 janvier 2023 publié au JORF n° 0048 du 25 février 2023 (création du BTS CIEL qui prend la suite du BTS SN). Arrêtés du 6 février 2023 publiés au JORF n° 0059 du 10 mars 2023 (création *ex nihilo* de la mention complémentaire cybersécurité et de la mention complémentaire production et réparation de produits électroniques) ; arrêté du 13 février 2023 publié au JORF n° 0061 du 12 mars 2023 (création du baccalauréat professionnel CIEL qui prend la suite du baccalauréat professionnel SN).

⁶¹ Source des données de cette sous-section (hors mention contraire) : mission d'après la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

⁶² <https://orion.inserjeunes.beta.gouv.fr>

⁶³ Le taux de pression est défini comme le ratio entre le nombre de premiers vœux et la capacité d'accueil de la formation au niveau régional. Il est considéré comme supérieur à la normale lorsqu'il dépasse 1,3.

industriel en PFMP⁶⁴ et celui de ne pas mettre en péril d'autres spécialités industrielles, certes moins attractives, mais qui répondent aussi à un besoin d'emploi.

Le taux de pression pour préparer le baccalauréat SN option C est généralement élevé, même si la mise en place de la famille de métiers Transitions numérique et énergétique (TNE) a eu un impact négatif en réduisant la lisibilité de cette formation pour les élèves et les familles. Il est attendu une attractivité encore plus importante pour le bac pro CIEL qui prend la suite du bac pro SN.

Tableau 8 – Effectifs du bac pro SN selon l'option en première et terminale professionnelles à la rentrée 2023⁶⁵

	bac pro SN – première professionnelle				bac pro SN – terminale professionnelle			
	Option A	Option B	Option C	Ensemble	Option A	Option B	Option C	Ensemble
Nombre d'élèves	1 417	2 203	5 089	8 709	1 364	2 194	4 894	8 452
Part	16,3 %	25,3 %	58,4 %	100 %	16,1 %	26,0 %	57,9 %	100 %
E/D	18,8	19,9	22,7	21,2	17,8	19,6	22,0	20,6

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, 5 089 élèves suivent l'option C sur le niveau première du bac pro SN qui compte 8 709 élèves, soit une part de 58,4 % sur cette option ; le ratio nombre d'élèves par division (E/D) est de 22,7.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

La formation au bac pro SN option C présente une forte coloration propédeutique : la grande majorité des élèves interrogés par la mission souhaitent poursuivre leurs études, essentiellement en STS. Le système d'information InserJeunes⁶⁶ indique que sept apprenants sur dix de la voie scolaire ont effectivement poursuivi leurs études en France après cette formation à la rentrée 2022, ce qui la place parmi les baccalauréats professionnels les plus performants sur ce point. Pour les autres, la moitié a été recensée en emploi salarié en France un an après leur sortie d'études.

1.5.3. Une mention complémentaire services numériques aux organisations jeune en recherche d'une dynamique

La situation de la mention complémentaire SNO est très différente de celle du bac pro SN option C. Cette formation post-bac est proposée sur un nombre réduit d'établissements ne couvrant pas toutes les académies et ses effectifs sont faibles sur les trois premières années scolaires (tableau 9). Le taux moyen de remplissage est inférieur à 50 % (47 % pour la rentrée 2023) et le nombre moyen d'élèves par section est d'environ 7. Les équipes indiquent un recrutement complexe avec une communication difficile auprès des établissements tiers, notamment les lycées généraux et technologiques. Un point faible relevé est d'ordre statutaire : la mention complémentaire SNO de niveau 4 ne donne pas aux apprenants le statut d'étudiant, ce qui les prive des avantages sociaux liés à ce statut (montant de bourse moins élevé, etc.). Par ailleurs elle offre un niveau de qualification équivalent au baccalauréat. Une analyse des pratiques pédagogiques est présentée en annexe 4.

Les élèves qui rentrent dans la mention complémentaire SNO constituent un public d'origines très diverses. Pour la rentrée 2023⁶⁷, la majeure partie était issue de terminale professionnelle (50,6 %), la spécialité systèmes numériques étant la plus représentée (17,2 %) parmi une quinzaine d'autres⁶⁸. Le flux suivant était

⁶⁴ Les professeurs constatent qu'il est de plus en plus difficile pour les élèves de trouver un lieu de PFMP qui soit en adéquation avec les attendus du référentiel du diplôme. Le développement de l'apprentissage a réduit les possibilités d'accueil des jeunes sous statut scolaire dans de nombreuses structures.

⁶⁵ À compter de la rentrée 2023, la formation au baccalauréat SN est remplacée par la formation au baccalauréat CIEL en classe de seconde.

⁶⁶ Données nationales InserJeunes des sortants 2022 de la voie scolaire : <https://www.education.gouv.fr/media/159495/download>

⁶⁷ Source : mission à partir de la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ).

⁶⁸ Spécialité assistance à la gestion des organisations et de leurs activités (Agora ; 11,5 %), spécialité métiers du commerce et de la vente (6,3 %), etc.

celui de terminale générale (9,8 %), puis venait celui de terminale technologique, principalement des séries STMG (8 %) et STI2D (6,9 %). Des élèves étaient aussi en réorientation, par exemple depuis une STS (7,5 %).

Tableau 9 – Effectifs de la mention complémentaire SNO aux rentrées 2021, 2022 et 2023

	Parcoursup		Constat de rentrée	
	Nombre d'établissements	Nombre de places	Nombre d'établissements	Nombre d'élèves
2021	12	189	11	94
2022	22	343	21	160
2023	25	367	24	174

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la session 2021 de Parcoursup, 12 établissements ont proposé 189 places en mention complémentaire SNO. À la rentrée 2021, cette mention complémentaire était proposée effectivement à 94 élèves dans 11 établissements.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage et des données Parcoursup 2021, 2022 et 2023

Les effectifs réduits facilitent l'individualisation des apprentissages pour des élèves de profils et objectifs hétérogènes. Si ces effectifs sont trop faibles, la motivation et la dynamique de classe deviennent difficiles à maintenir, comme la mission a pu le constater.

Si le bac pro Agora est le support de vivier visé par 6 établissements sur les 11 ayant répondu à une enquête de la mission⁶⁹, les répondants indiquent attacher plus d'importance à la motivation de l'élève pour la mention complémentaire SNO qu'à sa formation d'origine. Les équipes pédagogiques constatent un fort taux d'abandon en cours de formation – à hauteur d'environ 20 % – pour plusieurs raisons : manque de motivation pour une formation choisie par défaut (dite « souvent pour les oubliés de Parcoursup ») ; méconnaissance du contenu du référentiel ; formation seulement de niveau 4 offrant un statut d'élève et non d'étudiant ; changement d'objectif (départ dans la vie active ou poursuite d'études en STS où une bourse d'étudiant est possible).

Un point fort de la formation est la souplesse de l'organisation des enseignements et des PFMP puisqu'elle relève du choix des établissements dans un cadre règlementaire de 400 heures minimum par an, avec douze semaines de PFMP pour la voie scolaire. Des exemples de scénarios d'organisation ont été proposés dans le guide d'accompagnement pédagogique de la mention complémentaire SNO⁷⁰ et l'enquête précitée montre effectivement une variété des organisations retenues, tant sur les heures de travail en autonomie que sur les jours de présence des élèves au lycée et ou en PFMP.

La formation est considérée par les équipes comme une bonne préparation aux métiers du numérique pour une structure demandant de la polyvalence dans les missions confiées, mais aussi comme un tremplin vers la préparation d'un BTS SIO, d'un BTS négociation et digitalisation de la relation clients ou d'un BUT métiers du multimédia et de l'Internet. Elle permet à l'élève de murir son projet professionnel, de gagner en maturité et de mieux se projeter pour la poursuite d'études. De plus, elle offre une plus-value à la formation de base des élèves de sections tertiaires titulaires d'un baccalauréat professionnel ou technologique STMG.

La mission n'a pas pu obtenir les taux de poursuite d'études et d'insertion professionnelle pour les élèves des premières sessions de la mention complémentaire SNO ; celle-ci n'apparaît pas encore dans le système d'information InserJeunes. La base centrale de pilotage permet seulement de déterminer que 33 % des élèves du constat de rentrée 2022 ont poursuivi sur la préparation de 13 BTS différents à la rentrée 2023, le BTS SIO – à hauteur de 13 % – étant de loin le plus représenté.

⁶⁹ Enquête proposée entre le 22 juin et le 7 juillet 2023 aux enseignants membres du groupe Viaéduc de la mention complémentaire SNO et relayée sur les listes de diffusion des inspecteurs d'économie et gestion. Des réponses ont été obtenues pour 11 établissements.

⁷⁰ MENJ (janvier 2021), Mention complémentaire services numériques aux organisations ; guide d'accompagnement pédagogique : https://www.reseaucerta.org/sites/default/files/sno/GAP_MC_SNO_V3_22012021.pdf

2. Des évolutions nécessaires pour aboutir à un système cohérent de formation

Le constat porté dans la partie précédente montre que les formations du lycée relevant de l'informatique ont une visibilité et une attractivité diverses. **Pour répondre aux attentes du plan France 2030, il est nécessaire d'organiser une meilleure reconnaissance des parcours menant aux métiers au cœur du numérique, de mobiliser les ressources humaines nécessaires et de s'assurer de la qualité des enseignements.**

2.1. Favoriser l'orientation dans les parcours vers les métiers au cœur du numérique et de l'informatique

2.1.1. Assurer une meilleure connaissance des métiers au cœur du numérique

Les métiers au cœur du numérique manipulent des données et réalisent des productions immatérielles qui sont difficilement palpables. La partie la plus « visible » concerne les applications qui transforment l'activité humaine et dont les effets sont questionnés par la société : « ubérisation » des emplois, déshumanisation. À ce manque de visibilité et cette vision négative du rôle de l'automatisation s'ajoute une image de l'informaticien ou informaticienne « geek » véhiculée notamment par les productions audiovisuelles⁷¹ ou les réseaux sociaux.

Or les métiers de l'informatique permettent des usages numériques bénéfiques – dans le domaine de la santé ou de l'écologie par exemple – qu'il conviendrait de mettre en avant, ce qui serait de nature à créer des appétences. Il est temps de communiquer sur ces métiers qui permettent de contribuer aux grands enjeux actuels et qui donnent du sens à ceux qui les exercent. Il est nécessaire de le faire dans le parcours scolaire en amont du lycée.

Dès le collège, une information claire et juste sur les métiers au cœur du numérique devrait être dispensée en s'appuyant sur le dispositif Découverte des métiers. Il est possible de mobiliser les outils de présentation des métiers développés par les professionnels du secteur⁷² et de renforcer l'accompagnement humain dans les établissements, notamment grâce à l'intervention de modèles inspirants (rôles modèles).

Recommandation n° 1

Impulser au niveau national, dans le dispositif Découverte des métiers au collège, la connaissance des métiers au cœur du numérique et des parcours qui y mènent.

Une telle mesure s'inscrirait dans l'optique d'une amélioration de l'efficacité du système d'orientation en donnant de la visibilité à certains parcours et métiers, selon les besoins, tout en renforçant la confiance des jeunes quant à leur capacité à les intégrer⁷³.

2.1.2. Rendre plus visibles et accessibles les parcours porteurs pour les métiers au cœur du numérique

Des enseignements d'informatique du lycée peu visibles pour les collégiens

Les enseignements d'informatique aux lycées ne sont pas toujours identifiés par les collégiens car :

- dans la voie générale, l'enseignement de SNT en seconde ne donne pas une représentation de la discipline (voir le paragraphe 1.2.2.) et l'enseignement de NSI n'apparaît qu'au cycle terminal ;
- les enseignements spécifiques SIG et SIN de la voie technologique ne sont offerts qu'en classe de terminale et sont peu visibles (voir le paragraphe 1.4.2.) ;
- la préparation du bac pro SN (remplacé par le bac pro CIEL à partir de la rentrée 2024 en classe de première) s'effectue après une seconde famille de métiers TNE très large.

⁷¹ Un exemple caricatural est donné par la série américaine NCIS où, pour vouloir être inclusive, le rôle de l'expert informatique est tenu par une femme. Toutefois elle ne quitte jamais sa salle informatique au sous-sol sans fenêtre et a une vie sociale et familiale inexistante.

⁷² Par exemple : <https://numeum.fr/fiche-zoom/les-metiers-du-numerique>

⁷³ Blaise Leclair, Agathe Veniez (juin 2024). Les enjeux économiques de l'orientation scolaire et universitaire. Trésor-Éco n° 344. Direction générale du Trésor : <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2024/06/04/les-enjeux-economiques-de-l-orientation-scolaire-et-universitaire>

Par ailleurs, l'intitulé des enseignements peut paraître trompeur pour les élèves (par exemple SNT, comme expliqué au paragraphe 2.4.2.).

Un choix au lycée des enseignements d'informatique contrarié par plusieurs facteurs

Au lycée, on peut observer une faible mobilité des jeunes qui ont tendance à choisir les formations de proximité ; ainsi il a par exemple été vu avec la figure 4 que le choix de l'enseignement de spécialité NSI est fortement corrélé à sa présence dans l'établissement. De plus, comme déjà souligné, la résistance au changement lié à la réforme du lycée général et technologique est forte avec une appétence pour les disciplines scientifiques traditionnelles (mathématiques, physique-chimie) au détriment de la spécialité NSI, couplée à une connaissance partielle de la part des enseignants des attentes de l'enseignement supérieur.

Concernant les dispositifs d'orientation au lycée, le parcours Avenir n'est pas pleinement satisfaisant dans son état actuel de mise en œuvre⁷⁴. Des actions ponctuelles sont menées dont l'efficacité n'est pas mesurée et il existe un foisonnement d'informations (de la part des conseils régionaux, SAIO, psy-EN et de l'Onisep) sans priorité politique affichée sur les métiers d'avenir.

La mission note que certaines sections d'enseignement professionnel bénéficient du dispositif international Ptech⁷⁵ qu'elle juge intéressant parce qu'il permet aux élèves, enseignants et mentors de créer des productions pédagogiques en lien avec les métiers au cœur du numérique.

Il y a eu un affaiblissement du rôle des enseignements d'informatique dans les séries STMG et STI2D lors de la transformation des enseignements de spécialité SIG et SIN en enseignements spécifiques intégrés dans des spécialités. Une réflexion sur la place de la voie technologique dans l'offre de formation permettrait de revoir la place des enseignements d'informatique pour accroître leur importance, en proposant ces enseignements dès la classe de première et en leur attribuant un volume horaire dédié et une épreuve spécifique au baccalauréat.

Un vivier d'élèves insuffisant pour alimenter les formations en informatique de l'enseignement supérieur

Les données ouvertes de Parcoursup 2023 permettent de recenser, hors apprentissage et hors CNED, 11 240 places offertes pour préparer les BTS SIO et CIEL, ainsi que 22 606 places offertes dans les départements d'informatique des IUT⁷⁶ et dans les licences informatique. Ces mêmes données recensent 9 741 étudiants admis dans les formations à ces BTS et 20 780 étudiants dans celles des BUT et des licences d'informatique. Le taux de remplissage global s'élève donc à 90,1 %, ce qui est un score dans la moyenne supérieure pour les formations présentes sur Parcoursup.

Il faut toutefois noter une dynamique croissante du développement de l'apprentissage pour ces formations, ce qui se traduit par un nombre important d'étudiants se dirigeant vers cette modalité de formation : la base centrale de pilotage permet de dénombrer 14 388 contrats d'apprentissage en 2022⁷⁷ pour des étudiants de première année des formations de niveau 5 ou 6 spécialisées en informatique dans les secteurs public et privé.

La même base permet de recenser, à la rentrée scolaire 2023, 33 968 élèves de terminale ayant une spécialisation en informatique dans les lycées professionnels, généraux et technologiques. Ce vivier est donc nettement inférieur à la capacité d'accueil de l'enseignement supérieur qu'on peut estimer à 48 234 places en prenant en compte les places disponibles hors apprentissage et les contrats d'apprentissage établis.

Cela rejoint les retours recueillis par la mission dans lesquels les responsables de formations préparant aux BTS et aux BUT du champ de l'informatique déclarent manquer d'étudiants et avoir la capacité d'augmenter le nombre de places si le taux de pression à l'entrée augmentait.

⁷⁴ Michel Lugnier, Amaury Flégès, Frédérique Wexler, Olivier Rey, Didier Lacroix (2020). Rapport thématique annuel de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche 2020. L'orientation : de la quatrième au master (ISBN 978-2-11-162844-1). IGÉSR : <https://www.education.gouv.fr/rapport-thematique-igesr-2020-l-orientation-de-la-quatrieme-au-master-325088>

⁷⁵ <https://www.ptech.org/fr>

⁷⁶ BUT génie électrique et informatique industrielle, BUT informatique, BUT réseaux et télécommunications et BUT science des données.

⁷⁷ Données les plus récentes à la disposition de la mission.

Recommandation n° 2

Augmenter le flux d'élèves formés à l'informatique pour répondre aux capacités d'accueil dans les formations de ce domaine dans l'enseignement supérieur :

- en favorisant le maintien de la spécialité NSI en classe de terminale grâce à une mise en valeur de la variété des poursuites d'études dans le domaine de l'informatique ;
- en revoyant la structure des enseignements de spécialité de la voie technologique pour renforcer les enseignements liés à l'informatique.

Pour éviter l'abandon de la spécialité NSI en terminale et ainsi assurer un flux plus important d'élèves suivant cet enseignement sur le cycle terminal, une piste fréquemment avancée par les interlocuteurs rencontrés serait de maintenir trois enseignements de spécialité en classe de terminale de la voie générale. Cela s'inscrirait dans une logique de parcours de spécialisation progressive des lycéens en augmentant en terminale la place des enseignements de spécialités et en diminuant celle du tronc commun, tout en offrant davantage d'opportunités dans l'enseignement supérieur. Les volumes horaires des classes de première et de terminale générale laissent en effet, actuellement, une place plus importante aux enseignements de tronc commun qu'à ceux de spécialité tout en imposant l'abandon d'un enseignement de spécialité en terminale. Une piste de mise en œuvre, en accord avec la philosophie de la réforme du lycée qui incite les élèves à préciser leur choix en fin de première, serait de proposer en terminale deux spécialités de 6 heures et une de 3 heures. L'enseignement optionnel de mathématiques complémentaires n'aurait alors plus de raison d'être et contribuerait à financer une partie de la mesure. Il conviendrait par ailleurs de diminuer l'horaire le tronc commun. Étant donné l'impact sur des disciplines qui ne sont pas dans le champ de la mission, le rapport ne s'avance pas sur un scénario précis, mais la mission estime que des pistes comme des épreuves anticipées en première pour certaines disciplines pourraient être envisagées.

Une carte de formation à adapter quelle que soit la voie

L'augmentation du nombre d'élèves poursuivant aux lycées une formation dans le domaine de l'informatique nécessite une réflexion sur la carte des formations.

Recommandation n° 3

Impulser une carte des formations attractive :

- en visant dans chaque académie 75 % des lycées généraux et technologiques⁷⁸, publics et privés sous contrat, proposant l'enseignement de spécialité NSI (pour que plus d'élèves aient accès à cet enseignement) ;
- en mettant en valeur les enseignements spécifiques SIG et SIN dans les lycées offrant respectivement les séries STMG et STI2D ;
- en développant la mention complémentaire SNO dans chaque académie, conformément à l'objectif d'augmentation du nombre de places en formation de spécialisation en bac + 1, afin de faciliter l'insertion professionnelle des lycéens (mesure 8 de la réforme des lycées professionnels).

Concernant la mention complémentaire SNO, son installation est à penser au sein d'un écosystème propice au partage de compétences enseignantes et des équipements :

- dans un lycée polyvalent ayant des sections de techniciens supérieurs tertiaires (services informatiques aux organisations, négociation et digitalisation de la relation clients, gestion de la PME ou encore support à l'action managériale) ;
- dans un lycée professionnel au sein d'un réseau d'établissements ayant des sections de techniciens supérieurs tertiaires ;
- au sein d'un campus des métiers et des qualifications.

⁷⁸ Si la stratégie du numérique pour l'éducation 2023-2027 annonce « la part des lycées proposant la spécialité NSI in situ passera de 62 % aujourd'hui à 75 % d'ici 2027 », il n'est pas précisé que cette évolution est à comptabiliser par académie. MENJ (janvier 2023). Numérique pour l'éducation 2023-2027 : <https://www.education.gouv.fr/media/120418/download>

Dans la voie professionnelle, une offre de formation qui pourrait évoluer pour accroître le vivier de professionnels du secteur du numérique

La mise en place de la nouvelle préparation au bac pro CIEL qui succède au bac pro SN répond aux besoins de formation de techniciens dans la configuration et la maintenance des infrastructures réseau.

Concernant l'accompagnement des organisations dans leur transformation numérique, l'association Talents du numérique avait demandé la création d'un baccalauréat professionnel pour accroître le nombre de jeunes formés aux technologies numériques et ce en complément de la mention complémentaire SNO. **Une telle proposition pourrait être examinée par le ministère chargé de la réussite scolaire et de l'enseignement professionnel.**

2.1.3. Accroître la présence des filles dans ces parcours grâce à une stratégie nationale affirmée

La féminisation des métiers du numérique revêt un triple enjeu⁷⁹ : un enjeu économique pour répondre aux besoins de transformation de tous les secteurs d'activité, un enjeu social car il s'agit de métiers émancipateurs et rémunérateurs, un enjeu sociétal pour éviter les biais sexistes dans les solutions informatiques. Il s'agit d'un réel enjeu d'égalité entre femmes et hommes.

Un défaut de mixité filles-garçons dans l'ensemble des formations porteuses pour les métiers du numérique aux lycées

Les figures 1 et 2 présentées en première partie permettent de visualiser concrètement le manque patent de mixité filles-garçons à la charnière « sco - sup » pour des enseignements et formations porteurs pour les métiers au cœur du numérique. Les données détaillées regroupées dans l'annexe 9 sont également marquantes et montrent aussi qu'il est commun à toutes les académies, même s'il est parfois un peu moins marqué en outre-mer.

Sur la voie générale, l'enseignement de spécialité NSI est l'un des moins choisis par les filles, que ce soit en première ou en terminale, ce qui conduit à une situation avec un fort déficit de celles-ci sur cet enseignement⁸⁰ (avec une proportion de filles de 19,2 % en première et 15,2 % en terminale à la rentrée 2023). L'annexe 9 montre qu'il existe certes une évolution dans le bon sens, mais elle est bien trop lente pour atteindre, à terme raisonnable, une situation plus équilibrée ; même lorsque les filles choisissent l'enseignement de NSI en première, elles tendent à l'abandonner fortement lors du passage en terminale, davantage que les garçons (62,5 % d'abandons pour les filles contre 50,5 % pour les garçons à la fin de l'année scolaire 2022-2023).

Dans la voie technologique, les enseignements SIG et SIN sont ceux qui ont les proportions de filles les plus faibles par rapport aux autres enseignements spécifiques des terminales de leurs séries. À la rentrée 2023, en terminale STMG où il y avait pourtant 53,5 % de filles, cette proportion était de 32,2 % pour l'enseignement de SIG ; en terminale STI2D, où il n'y avait déjà que 9,8 % de filles – et où se pose déjà un problème de mixité à l'échelle de la série –, elle était de 6,4 % pour l'enseignement de SIN. Les filles choisissent bien moins ces enseignements à coloration informatique par rapport aux garçons et c'est ainsi une constante depuis plusieurs années, y compris à la rentrée 2019 qui précédait la réforme de la voie technologique (voir l'annexe 9).

Quant à la voie professionnelle, la proportion de filles préparant le bac pro SN option C était de 3 % à la rentrée 2023 sur le cycle terminal ; il s'agit d'un taux extrêmement faible, à mettre en relation avec la faible proportion de filles présentes en classe de seconde famille de métiers TNE (3 % également), nettement inférieure à la moyenne observée sur les spécialités de la production sur ce même niveau (13,5 %)⁸¹. Les filles privilégient dès la seconde professionnelle les spécialités des services (61,4 %). La mention complémentaire

⁷⁹ Femmes@Numérique (2023). Plaidoyer pour la féminisation des métiers du numérique : https://www.assises-feminisation-metiers-numerique.fr/wp-content/uploads/2023/02/Plaidoyer_Assises-nationales23_VF.pdf

Observatoire paritaire des métiers de l'informatique, de l'ingénierie, des études et du conseil (OPIIEC) (2023). L'attractivité des métiers du numérique et de l'ingénierie pour les femmes en France : <https://www.opiiec.fr/etudes/138991>

⁸⁰ Seul l'enseignement de spécialité sciences de l'ingénieur se situe en-dessous, voir à ce sujet DEPP NI 24.06, note d'où proviennent les données de ce paragraphe.

⁸¹ Source : mission à partir de la base centrale de pilotage (champ : France métropolitaine + DROM, public + privé, MENJ).

SNO à coloration services est aussi déficitaire en filles, même s'il est bien moins marqué : leur proportion dans l'effectif total était de 24,1 % à la rentrée 2023.

Des aptitudes différentes entre filles et garçons révélées par les choix

Comme déjà souligné par de multiples rapports nationaux et internationaux⁸², le manque en filles dans les formations du numérique et de l'informatique – et plus globalement dans les sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM⁸³) – ne relève pas du fait qu'elles seraient moins performantes ou moins prédestinées. **Les aspirations différentes entre filles et garçons selon leur projet professionnel se développent dès le plus jeune âge au regard des représentations et des stéréotypes⁸⁴.**

En particulier, les entretiens menés par la mission avec les élèves de seconde générale et technologique montrent bien des goûts très différents selon le genre lors des choix à faire pour le cycle terminal, malgré quelques exceptions. **Notamment, les filles se projettent beaucoup moins que les garçons vers les filières techniques et scientifiques contrairement à celles liées au secteur de la santé.** Cela impacte leurs décisions qui se font plus par intérêt pour une discipline, un domaine ou des métiers que pour une question de notes ou de réussite aux examens⁸⁵.

Les élèves suivent l'esprit de la réforme du lycée général et technologique qui renforce une logique de parcours et qui, par-là, rend plus visible les défauts de mixité issus d'aspirations différentes qui existaient déjà auparavant : les choix genrés persistent.

Une problématique de mixité délaissée en établissement et un ensemble d'initiatives globalement en défaut de structuration et d'objectivation

La plupart des acteurs en établissement auditionnés par la mission – personnels de direction, professeurs, élèves – constatent le défaut de mixité filles-garçons dans les formations à dominante informatique – et plus largement dans le domaine des STIM – sans pour autant y attacher une importance véritable. Ce sujet n'est généralement pas un axe de réflexion majeur pour les chefs d'établissement et, lorsque tel est le cas, un doute existe sur l'impact réel des actions menées pour engager davantage de filles vers ces parcours. Des attitudes passives et défaitistes sont constatées également du côté des professeurs. De leur côté, les jeunes – filles et garçons – disent ne pas être gênés, que « *cela devrait s'arranger* » et évoquent plus rarement que « *ce serait peut-être bien d'avoir plus de femmes pour la diversité* ».

Les initiatives observées visant à favoriser la mixité sont diverses. On peut citer principalement :

- l'offre de services (par le service académique d'information et d'orientation⁸⁶, par des associations ou d'autres structures) ;

⁸² Le sujet est bien documenté. On peut citer les ressources suivantes :

- Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) (2017). Déchiffrer le code : l'éducation des filles et des femmes aux sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM) : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259816> ;
- Sophie Béjean, Claude Roiron, Jean-Charles Ringard (juillet 2021). Faire de l'égalité filles - garçons une nouvelle étape dans la mise en œuvre du lycée du XXI^e siècle : <https://www.education.gouv.fr/media/94424/download> ;
- Haut Conseil à l'égalité entre les femmes et les hommes (HCE) (novembre 2023). La Femme invisible dans le numérique : le cercle vicieux du sexisme (rapport n° 2023-11-07-PAR&STER-60) : <https://haut-conseil-egalite.gouv.fr/IMG/pdf/hce-parster-rapport-la-femme-invisible-dans-le-numerique-vdef.pdf> ;
- Centre Hubertine Auclert (2022). Les freins à l'accès des filles aux filières informatiques et numériques : <https://www.centre-hubertine-auclert.fr/egalitheque/publication/etude-les-freins-laces-des-filles-aux-filieres-informatiques-et-numeriques> ;
- Marianne Monfort, Manon Réguer-Petit (2023). L'informatique au lycée : nouvel enseignement et anciens stéréotypes. Genre Éducation Formation : <https://journals.openedition.org/gef/1086>

⁸³ L'acronyme anglais fréquemment rencontré est STEM pour « *science, technology, engineering, and mathematics* ».

⁸⁴ Isabelle Collet (2019). Les oubliées du numérique. Le Passeur éditeur. Dans cet ouvrage, page 167, l'auteurice insiste sur le besoin de comprendre le système de genre.

⁸⁵ Les données Parcoursup 2023 mises à disposition de la mission permettent par exemple de voir que même sur la part restreinte de filles qui candidatent sur les formations en relation avec les STIM existe une sous-acceptation nette des propositions obtenues.

⁸⁶ L'académie de Nancy-Metz propose une telle offre sachant que le choix d'y faire appel relève des chefs d'établissement.

- l’organisation de rencontres, au sein de l’établissement scolaire ou à l’extérieur, avec des intervenantes du domaine du numérique (étudiantes, chercheuses ou encore ingénieures pouvant constituer des exemples à suivre) ;
- le développement de mentorats, de tutorats, de cordées de la réussite (davantage sur une thématique « femmes et sciences / technique / ingénierie » que « femmes et numérique ») ;
- la mise en avant de femmes dans les supports de communication, lors des webinaires et lors de journées dédiées (portes ouvertes, d’orientation, etc.) ;
- la proposition d’activités en relation avec l’informatique, facultatives ou obligatoires, avec des quotas imposés de filles, voire réservées aux filles⁸⁷ (sorties, stages, challenges, concours, etc.) ;
- la sensibilisation des personnels (enseignants tels ceux de SNT, référents égalité filles - garçons ou encore conseillers d’orientation-psychologues).

Ces initiatives, souvent conduites en lien avec des associations et des organisations professionnelles, peuvent présenter des avantages au travers de leur multiplicité, mais montrent surtout un sentiment de faible efficacité en raison d’un manque de coordination et de structuration systémique de l’ensemble. Même les actions les plus remarquables observées par la mission suscitent de la part de leurs organisateurs des interrogations en matière d’impact qu’il est difficile de mesurer.

Une objectivation des actions menées, avec mesure d’impact en relation avec la recherche, s’avère indispensable et s’inscrit dans la cohérence du plan d’actions proposé au ministre de l’éducation nationale, de la jeunesse et des sports dans le rapport Béjean - Roiron - Ringard en juillet 2021⁸⁸.

Le développement de politiques publiques dans d’autres pays visant à adresser le phénomène du « tuyau percé »

Le phénomène du « tuyau percé » désigne la perte progressive de femmes dans les parcours éducatifs vers les métiers au cœur du numérique et des filières STIM, ainsi qu’au niveau des réorientations professionnelles. Ce phénomène n’est pas spécifique à la France et résulte, de façon plus ou moins marquée selon les pays, de facteurs culturels et sociaux mais aussi les politiques éducatives nationales, avec des biais et des stéréotypes.

La mission s’est intéressée au positionnement de divers pays sur le sujet à partir de l’audition de membres de la direction générale éducation, jeunesse, sport et culture de la Commission européenne (DG EAC), ainsi que d’informations communiquées par la direction des relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC) du MENJ⁸⁹. Il apparaît que des initiatives variées sont mises en place dans les pays les plus concernés pour combattre ce phénomène du « tuyau percé » et pour accroître l’engagement des filles dans les parcours du numérique et des STIM : politiques de soutien des institutions publiques et coopération avec des organisations privées (associations, entreprises, médias, etc.), programmes de mentorat et d’appui sur des rôles modèles féminins, campagnes visant à encourager les filles dès le plus jeune âge à s’intéresser aux STIM, formation des enseignants pour éviter les biais de genre, etc. Les résultats sont divers, certains pays ayant plus de succès que d’autres, souvent en lien avec des contextes sociaux, culturels et politiques spécifiques. On notera, par exemple dans certains Länder en Allemagne, l’impact positif de l’existence d’un enseignement dédié obligatoire de l’informatique dans l’enseignement secondaire de premier cycle, favorable au choix par les filles de parcours avec de l’informatique dans le second cycle.

La mise en place de politiques réalistes, ambitieuses, effectives et continues, davantage dans l’action que dans l’incantation et avec un rôle clé du système éducatif, s’avère indispensable pour réduire un problème ancré culturellement dans la société et accroître la part des femmes dans les métiers au cœur du numérique et plus globalement dans les filières STIM.

⁸⁷ Un chef d’établissement a indiqué que cela n’est pas forcément compris des familles qui peuvent voir là une discrimination envers les garçons : une mère d’élève a par exemple protesté auprès du recteur de l’académie à propos d’une action de ce type.

⁸⁸ Sophie Béjean, Claude Roiron, Jean-Charles Ringard. Faire de l’égalité filles - garçons une nouvelle étape dans la mise en œuvre du lycée du XXI^e siècle, *op. cit.*

⁸⁹ L’annexe 12 donne des éléments complémentaires.

L'évaluation par la recherche de l'impact des rôles modèles féminins sur les choix d'orientation des élèves

Une équipe de recherche a évalué l'impact du programme « *For girls in Science* » porté par la fondation L'Oréal en étudiant les effets de l'intervention de femmes scientifiques (rôles modèles féminins) en classes de seconde GT et de terminale scientifique⁹⁰ : cette action a pour but de déconstruire les stéréotypes de genre dans le domaine des STIM et de susciter l'intérêt des filles pour les parcours correspondants. L'étude a été menée dans 600 classes de 98 lycées représentatifs d'Île-de-France avec 56 rôles modèles féminins et a notamment conduit aux résultats suivants :

- l'intervention – qui consiste en une heure d'échanges entre une classe et un rôle modèle féminin – a réduit chez les élèves la prévalence des opinions stéréotypées sur les emplois scientifiques et les différences de capacités entre les filles et les garçons ;
- un impact positif significatif a été relevé sur l'orientation des filles en classe de terminale vers des formations du supérieur du domaine des STIM à prédominance masculine ;
- les intervenantes les plus efficaces pour faire changer l'orientation des filles sont celles qui ont amélioré leur perception des carrières dans le domaine des STIM. Celles ayant davantage insisté sur la sous-représentation des femmes dans ces carrières n'ont pas produit d'effet positif.

Ces résultats, ainsi que ceux d'autres études⁹¹, plaident en faveur du recours à des rôles modèles pour contrecarrer l'influence des stéréotypes et favoriser des choix éducatifs moins genrés, toutefois en ayant conscience de points de vigilance et de limites. Les actions menées doivent être correctement calibrées pour éviter des effets contre-productifs, par exemple en raison d'une trop grande importance accordée dans les interventions au déséquilibre hommes-femmes dans les parcours et les métiers. De plus, même s'il s'agit d'une piste intéressante pour susciter l'intérêt des filles pour s'orienter vers le domaine des STIM, l'étude précédente montre qu'il ne s'agit pas d'un remède universel et qu'il convient d'intégrer ce type de démarche dans un ensemble plus large de mesures pour l'égalité filles-garçons⁹².

Concernant plus spécifiquement l'informatique, comme l'a souligné Isabelle Collet lors de la première édition des Assises nationales de la féminisation des métiers et filières numériques⁹³, un rôle modèle doit être une personne à laquelle les jeunes peuvent s'identifier et, les femmes informaticiennes étant sur-sollicitées, des hommes peuvent être mobilisés comme parrains et encourager les filles à poursuivre sur les parcours vers les métiers au cœur du numérique, à condition d'être formés.

Un regard spécifique et nécessaire à porter sur les parcours éducatifs vers les métiers au cœur du numérique au sein d'une stratégie nationale affirmée pour l'engagement des filles

Une décision du parlement européen et du conseil du 14 décembre 2022⁹⁴ établit un programme d'action pour la décennie numérique à l'horizon 2030 pour l'Union européenne (UE). Il définit des cibles numériques à atteindre d'ici à 2030 dont la suivante :

⁹⁰ Thomas Berda, Julien Grenet, Marion Monnet, Clémentine Van Effenterre (juillet 2023). *How effective are female role models in steering girls towards STEM? Evidence from French high schools*. The Economic Journal, volume 133, n° 653, 1773-1809 : <https://doi.org/10.1093/ej/uead019>. Les interventions de l'expérimentation se sont déroulées entre novembre 2015 et mars 2016, soit avant la réforme 2019 du lycée.

⁹¹ Jessica R. Gladstone, Andrei Cimpian (2021). *Which role models are effective for which students? A systematic review and four recommendations for maximizing the effectiveness of role models in STEM*. International Journal of STEM education, volume 8, n° 59 : <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00315-x>

Catherine Verniers, Cristina Aelenei, Thomas Breda, Joseph R. Cimpian, Lola Girerd, Emma Molina, Laurent Sovet, Andrei Cimpian (2024). *The double-edged sword of role models: a systematic narrative review of the unintended effects of role model interventions on support for the status quo*. Review of Research in Education. <https://www.researchgate.net/publication/378594823>

⁹² L'article suivant recense les mesures prises plus largement à l'international – avec considération de l'efficacité – et les catégorise (mesures politiques ; mesures pédagogiques ; mesures d'influence et de soutien ; mesures promotionnelles, pour l'engagement) : Alina Berry, Susan McKeever, Brenda Murphy, Sarah Jane Delany (2022). *Addressing the "Leaky Pipeline": A Review and Categorisation of Actions to Recruit and Retain Women in Computing Education*, EDULEARN22 Proceedings, pp. 9405-9416, DOI: 10.21125/edulearn.2022.2274 : <https://arrow.tudublin.ie/scscomcon/384>

⁹³ La partie concernant les rôles modèles démarre à 2 minutes 19 secondes sur la vidéo suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=3vU9wTWwLtg>

⁹⁴ Journal officiel de l'Union européenne (19 décembre 2022). L323/4 : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2022.323.01.0004.01.FRA

« une population disposant de compétences numériques et des professionnels du numérique hautement qualifiés avec l'objectif de parvenir à un équilibre de genre, parmi laquelle (...) b) au moins 20 millions de spécialistes des TIC⁹⁵ occupent un emploi au sein de l'Union, tout en favorisant l'accès des femmes à ce secteur et en augmentant le nombre de diplômés dans le domaine des TIC ».

La France a établi dans le cadre de ce programme une feuille de route⁹⁶, révisée tous les deux ans, qui détaille les mesures mises en place pour atteindre les objectifs de la décennie numérique. « La lutte contre les écarts entre les femmes et les hommes dans les filières numériques et scientifiques » est l'un des quatre chantiers prioritaires de l'axe des « compétences numériques » et est l'objet de mesures explicites :

« la question de l'attractivité des métiers des technologies de l'information et de la communication pour les femmes doit faire l'objet d'une attention particulière, dès l'enseignement secondaire. 120 000 enseignants dans le secondaire et le supérieur seront formés afin qu'ils intègrent le numérique dans la formation qu'ils dispensent. Parallèlement, Elisabeth Borne a lancé, à l'été 2023, le programme "TechPourToutes"⁹⁷ afin de promouvoir l'égalité femmes - hommes dans les métiers du secteur numérique. Ce programme vise à accompagner 10 000 jeunes femmes, d'ici 2026-2027 et 20 000 d'ici 2028-2029, dans leur formation au métier du numérique avec un accompagnement individuel, des formations, un réseau d'entraide et des aides matérielles et financières si nécessaires. L'animation de ce programme est confiée à la Fondation INRIA en lien avec ses partenaires fondateurs France Universités, la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs, la Conférence des Grandes Écoles et Femmes@Numérique ».

Le Plan interministériel pour l'égalité entre les femmes et les hommes (2023-2027)⁹⁸ annoncé le 8 mars 2023 développe davantage de mesures, en particulier selon l'axe 4 « culture de l'égalité » qui comprend notamment un ensemble d'actions pour aller vers plus de mixité.

Si la mission note que ces actions vont dans le bon sens, elle insiste sur la nécessité d'une politique ambitieuse et continue au niveau de l'enseignement scolaire, en relation avec l'enseignement supérieur et les professionnels du secteur. Les impacts doivent être mesurés en partenariat avec la recherche.

Pour ce qui est de l'encouragement des filles à suivre des parcours vers les métiers au cœur du numérique, les initiatives ponctuelles produisent des effets insuffisants. La mission considère que les actions suivantes sont à déployer de façon globale cohérente et combinée, en relation avec les parcours vers les métiers des filières STIM et en prolongement du plan d'action du rapport Béjean - Roiron - Ringard⁹⁹ :

- au niveau national, organiser une politique inscrite dans la durée avec :
 - la définition du pilotage, des modalités de financement, de coordination et de suivi,
 - l'impulsion de la présentation à tous les jeunes – filles et garçons – des métiers d'avenir au cœur du numérique, avec l'appui des professionnels, sans biais de genre et sans attendre le moment des choix au lycée, par exemple avec le dispositif Découverte des métiers au collège,
 - le lancement de campagnes nationales de communication.
- au niveau académique, utiliser les différents leviers que sont :
 - les dialogues de gestion, avec un conditionnement de moyens aux actions menées en faveur d'une orientation des filles vers les formations menant aux métiers au cœur du numérique,

⁹⁵ Le nombre de professionnels des technologies de l'information et de la communication (TIC) au sein de l'Union était estimé à 9 millions en 2022.

⁹⁶ Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique. Feuille de route de la France. La décennie numérique 2024-2030 (mars 2024) : https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/secteurs-d-activite/numerique/politique-numerique/feuille_route-numerique-la-decennie-numerique-2024-2030.pdf

⁹⁷ Des informations sur ce programme se trouvent sur le site : <https://www.techpourtoutes.io>

⁹⁸ <https://www.info.gouv.fr/dossier-de-presse/plan-interministeriel-pour-egalite-entre-les-femmes-et-les-hommes-2023-2027>

⁹⁹ Sophie Béjean, Claude Roiron, Jean-Charles Ringard. Faire de l'égalité filles-garçons une nouvelle étape dans la mise en œuvre du lycée du XXI^e siècle, *op. cit.*

- les évaluations des établissements, avec un regard sur ces mêmes actions,
 - la labellisation Égalité filles - garçons,
 - la mission filles - garçons pour des actions spécifiques liées aux formations menant aux métiers au cœur au numérique, qui peut effectuer un travail conjoint avec la personne correspondante académique sciences et technologie,
 - les bourses de l'égalité,
 - la formation des enseignants pour assurer des pratiques pédagogiques sur tout le parcours scolaire qui évitent les biais sexistes et contrent les stéréotypes de genre.
- au niveau des établissements :
- mobiliser la personne référente égalité filles-garçons dans les établissements pour des actions menées en faveur d'une orientation des filles vers les formations menant aux métiers au cœur du numérique,
 - instaurer un climat scolaire bienveillant et une tolérance zéro pour les propos sexistes.

Recommandation n° 4

Pour favoriser l'attractivité pour les filles des formations à l'informatique dans les voies générale, technologique et professionnelle, définir une stratégie nationale portée au plus haut niveau, partagée par les acteurs, avec une vision à long terme, des moyens financiers dédiés et des objectifs évalués chaque année. Déployer un réseau de responsables académiques chargés du suivi de la mise en œuvre de cette stratégie.

2.2. Assurer un vivier enseignant aux compétences reconnues en informatique

Dans la voie générale, lors de l'installation en 2019 des enseignements de SNT et NSI, il n'existait pas de discipline spécifique d'informatique. Aussi ces enseignements ont-ils été confiés à des professeurs de disciplines variées : pour enseigner SNT, le choix a été fait de ne pas exiger de certification particulière ; pour enseigner NSI, une certification à grande échelle a été organisée, en partenariat avec la Société informatique de France (SIF), avec la mise en place du diplôme interuniversitaire « Enseigner l'informatique au lycée » (DIU-EIL) qui a concerné environ 1 800 enseignants.

En 2020 s'est déroulée la première session du CAPES numérique et sciences informatiques, puis en 2022 la première session de l'agrégation d'informatique. Ainsi, aujourd'hui prennent en charge l'enseignement de spécialité NSI des professeurs certifiés NSI, des professeurs agrégés d'informatique, des professeurs de toutes disciplines titulaires du DIU-EIL et, plus ponctuellement, des enseignants non titulaires du DIU-EIL ayant des compétences informatiques avérées. Il est proposé aux professeurs assurant un service complet d'enseignement de SNT et NSI de changer de discipline pour devenir, selon leur grade, certifiés NSI ou agrégés d'informatique.

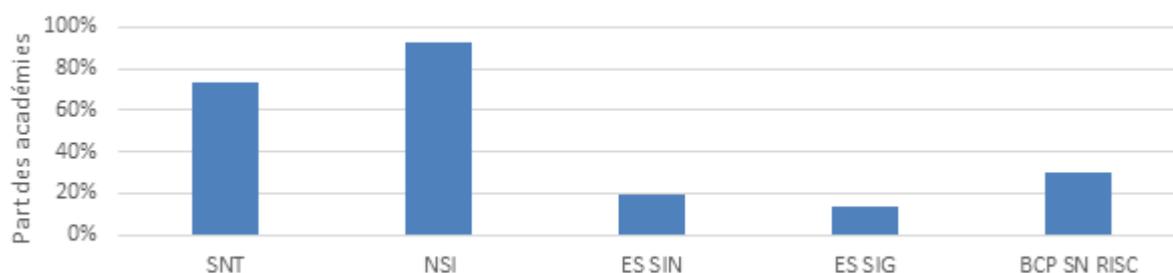
Pour ce qui concerne les voies technologique et professionnelle, il existe depuis longtemps des concours de recrutement de professeurs spécialisés en informatique.

Il existe une diversité de profils d'enseignants d'informatique pour lesquels la formation continue comme le recrutement sont nécessaires pour assurer les enseignements dans les trois voies du lycée.

2.2.1. Améliorer la formation continue des professeurs assurant des enseignements d'informatique

L'enquête réalisée auprès des inspecteurs territoriaux montre une grande inégalité quant à la proposition de formations liées aux enseignements d'informatique en fonction des voies de formation. La figure 6 montre la présence de formations liées aux enseignements de SNT et de NSI inscrites dans une grande part des plans académiques de formation, alors qu'elles le sont beaucoup moins pour les enseignements des voies professionnelle et technologique. Cet état de fait peut s'expliquer par plusieurs facteurs parmi lesquels la mise en place récente des enseignements de SNT et de NSI, mais aussi le faible flux de professeurs concernés par les enseignements des voies professionnelle et technologique. Cette situation soulève la question du maintien du niveau de compétences des enseignants ne pouvant pas être formés dans un secteur en perpétuelle évolution.

Figure 6 – Présence de formations en lien avec l’informatique dans les plans académiques de formation pour l’année scolaire 2021-2022



Lecture : pendant l’année scolaire 2021-2022, 93 % des académies ont proposé des formations académiques pour les enseignants prenant en charge l’enseignement de NSI ; 77 % en ont proposé pour les enseignants intervenant en SNT et moins de 30 % pour les enseignements technologiques et professionnels relevant de l’informatique.

Source : mission à partir d’un questionnaire adressé aux inspecteurs territoriaux en charge des enseignements d’informatique

Les auditions réalisées par la mission auprès des enseignants montrent une logique d’auto-formation fortement répandue. Des besoins de formation ont été exprimés par les enseignants sur le fond disciplinaire et sur le plan pédagogique. Pour ce qui est des besoins relevant du champ disciplinaire, ceux-ci concernent des points des programmes insuffisamment maîtrisés, des évolutions technologiques majeures (intelligence artificielle, cybersécurité, etc.) ou encore la connaissance de matériel constructeur pour les enseignants des voies professionnelle et technologique. Les formations déployées au niveau académique ne couvrent que très partiellement ces besoins, ce qui ne permet pas aux enseignants d’inscrire pleinement leur enseignement dans l’actualité scientifique et technologique du secteur du numérique.

Les enseignants rencontrés par la mission ont exprimé largement leur souhait de pouvoir disposer de temps d’échanges entre eux. Ainsi l’organisation de journées thématiques à l’échelle académique est appréciée par ceux qui en bénéficient, notamment lorsque celles-ci incluent l’intervention de partenaires universitaires à la pointe de la recherche, ainsi que des ateliers favorisant l’échange de pratiques. Ces journées existent notamment pour l’enseignement de NSI où la relation avec le monde universitaire a parfois perduré au-delà de la formation au DIU-EIL.

Recommandation n° 5

Garantir la professionnalisation de tous les enseignants d’informatique, avec un objectif de formation scientifique, didactique et pédagogique :

- en s’appuyant sur les professeurs agrégés d’informatique et les experts universitaires pour assurer la formation des professeurs enseignant l’informatique au lycée – quelle que soit la voie – notamment via des dispositifs de formation locale et de certification universitaire ;
- en s’appuyant effectivement sur des partenaires (entreprises, associations ou encore organisations publiques) pour que les professeurs d’enseignement professionnel puissent bénéficier de stages d’immersion en entreprise, conformément à la mesure 12 de la réforme des lycées professionnels.

Tous les enseignants d’informatique doivent bénéficier d’une formation continue à raison d’au moins cinq jours par an compte tenu des évolutions rapides dans le domaine.

En ce qui concerne les professeurs qui assurent l’enseignement de NSI, mais qui ne sont ni certifiés NSI, ni agrégés d’informatique, un bilan de compétences doit leur être proposé afin qu’une formation adaptée leur soit conseillée pour qu’ils puissent envisager un changement de discipline.

2.2.2. Recruter davantage d’enseignants spécialistes de l’informatique

Les concours de recrutement pour enseigner dans la voie générale

Pour les concours enseignants de la section numérique et sciences informatiques (CAPES, CAFEP et 3^e concours) et l’agrégation d’informatique, un tableau en annexe 10 présente les résultats. Ces concours ont permis la création du code discipline NSI (L6200).

Au total, ces concours auront permis de recruter au maximum 289 professeurs (tous les reçus n'étant pas affectés sur poste ensuite) entre 2020 et 2023.

Ce nombre doit être mis en regard des besoins. Par exemple, en 2022-2023, il y avait 557 000 élèves en seconde générale et technologique bénéficiant de l'enseignement de SNT, 37 800 élèves suivaient en première l'enseignement de NSI et 17 700 en terminale. Dans ce contexte :

- le volume horaire de l'enseignement de SNT est de 1 h 30 par semaine. Si on suppose que les classes comptent 40 élèves (ce qui est une hypothèse haute), il faut donc assurer 1 h 30 d'enseignement par semaine pour 13 400 classes, soit 20 100 h. Cela nécessite, a minima, 1 100 services de professeurs certifiés ;
- pour l'enseignement de NSI en première à raison de 4 h par semaine, si on suppose 2 h en classe complète de 40 élèves et 2 h en demi-groupes de 20 élèves, il faut assurer 5 670 h de cours soit l'équivalent, a minima, de 315 services. Si on suppose des classes de 32 élèves avec des demi-groupes de 16 élèves, alors on peut estimer un besoin de 400 services de professeurs certifiés ;
- un calcul analogue pour l'enseignement de NSI en terminale conduit à une estimation de 220 services de professeurs certifiés, en considérant des classes de 40 élèves, et 280 services de professeurs certifiés, en considérant des classes de 32 élèves avec des demi-groupes de 16 élèves.

Au total, les enseignements de SNT et NSI nécessitent donc environ 1 900 services de professeurs certifiés.

Il apparaît que seulement 482 services sont identifiés comme relevant de la discipline L6200 si l'on se réfère au tableau 18 présenté en annexe 10 détaillant le nombre de postes par académie, fourni par la direction générale des ressources humaines (DGRH). Il est à noter qu'une partie des enseignements de SNT peut être prise en charge par des professeurs d'autres disciplines ayant investi les connaissances, les technologies et les outils nécessaires.

Les enseignements de SNT et NSI ne sont, à ce jour, majoritairement pas assurés par des professeurs recrutés par le CAPES NSI et l'agrégation d'informatique.

Cette situation résulte du décalage déjà évoqué entre l'installation des enseignements en 2019 et la création des concours de recrutement en 2020 et 2022. Aujourd'hui, des professeurs non spécialistes continuent à prendre en charge les enseignements de NSI et certains chefs d'établissement s'accommodent de cette situation. Les heures d'enseignement de SNT et NSI sont attribuées à la discipline d'origine des enseignants qui les assurent, ce qui ne permet pas d'identifier des besoins pour la discipline L6200. Ceci est particulièrement préjudiciable pour le placement des stagiaires et des néo-titulaires qui sont affectés sur des postes de titulaires sur zone de remplacement (TZR) sans prise en charge de cours.

Une note de la DGRH avait été envoyée aux rectrices et recteurs en décembre 2022 leur demandant de procéder à un étiquetage des postes relevant de l'enseignement de NSI (L6200), mais la mission constate qu'elle est restée sans effet.

Les concours de recrutement pour enseigner dans la voie technologique

Pour la voie technologique, des tableaux en annexe 10 précisent le nombre de candidats, le nombre de places ouvertes aux concours et le nombre d'admis par année aux CAPET et CAFEP externes spécialisés en informatique au sein des concours d'économie et gestion et de sciences industrielles de l'ingénieur. Pour ces concours, il est récurrent de ne pourvoir tous les postes faute de vivier, même lorsque le nombre de postes mis au concours reste faible.

Les éléments expliquant cette situation sont de nature différente selon le concours :

- le CAPET et CAFEP externe économie et gestion option Informatique et systèmes d'information souffre d'un manque de visibilité car il s'agit d'une option du CAPET économie et gestion, ce qui ne permet pas aux candidats de l'identifier comme un concours permettant d'enseigner l'informatique ;

- le CAPET et CAFEP externe sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique voit son nombre d'inscrits baisser tous les ans entraînant un manque de candidats ayant le niveau attendu pour encadrer les élèves.

Les concours internes offrent un meilleur rendement, mais avec un faible nombre de postes. Ces concours permettent de titulariser des enseignants actuellement en exercice qui sont essentiellement contractuels. Ils permettent donc de stabiliser les ressources humaines enseignantes mais ne contribuent pas à attirer de nouveaux talents au sein de l'Éducation nationale.

Les concours de recrutement pour enseigner dans la voie professionnelle

Pour la voie professionnelle, un tableau en annexe 10 précise le nombre de candidats, le nombre de places ouvertes aux concours et le nombre d'admis par année au CAPLP externe génie électrique option électronique. Ce concours permet de recruter un nombre de professeurs conforme au nombre de postes.

Des constats communs aux différents concours

Les rapports de jury des différents concours présentés ci-dessus pointent le pourcentage très faible de femmes parmi les lauréats, empêchant ainsi d'avoir un corps féminin de professeures d'informatique qui pourraient servir de rôles modèles pour les filles.

Enfin, on constate que le nombre d'enseignants spécialisés en informatique apparaît très en deçà des besoins réels.

Recommandation n° 6

Renforcer le vivier enseignant spécialisé en informatique :

- en favorisant le changement de discipline via un protocole harmonisé au niveau national et permettant, sous cinq ans, que les enseignements de NSI soient assurés par des professeurs de la discipline ;
- en offrant plus de postes aux concours de recrutement pour lesquels il existe une attractivité, à savoir le CAPES NSI et l'agrégation d'informatique ;
- en donnant plus de visibilité aux concours de recrutement pour enseigner dans la voie technologique.

2.3. Adapter la gestion des ressources humaines pour un pilotage des enseignements

2.3.1. Faciliter le pilotage des ressources humaines par les enseignements

La structure actuelle du système d'information des ressources humaines (SIRH) de l'Éducation nationale rattache les enseignants à une discipline associée à un code unique. Elle correspond généralement à celle du concours de recrutement¹⁰⁰. Le code de rattachement disciplinaire fixe un ensemble d'enseignements compatibles. Par exemple, un enseignant de la discipline mathématiques peut prendre en charge des enseignements de mathématiques, mais aussi d'autres comme celui de SNT. Cependant, il n'y a pas de relation d'équivalence entre discipline de rattachement et enseignements compatibles : si l'on reprend l'exemple précédent, tous les enseignants de SNT ne sont pas rattachés à la discipline mathématiques.

Cette absence de relation d'équivalence est particulièrement marquée pour les enseignements de SNT et de NSI, notamment en raison de leur passé (voir le paragraphe 2.2.). **En l'état, l'extraction de données du SIRH par la discipline de rattachement ne permet pas d'identifier les professeurs concernés par les enseignements de SNT et de NSI.** Il n'existe pas d'outil permettant de faire une extraction fiable par les enseignements, par exemple à partir des emplois du temps.

Les difficultés d'identification des ressources humaines prenant en charge les enseignements d'informatique se retrouvent, dans une moindre mesure, dans la voie technologique. Par exemple, l'enseignement spécifique SIN est effectué par des enseignants spécialisés en informatique (donc identifiables dans le SIRH), mais ceux-ci assurent également une partie de leur service dans des enseignements transversaux. En ce qui

¹⁰⁰ Un protocole de changement de discipline peut être suivi par les enseignants pour changer de code de rattachement disciplinaire.

concerne l'enseignement de SIG, il peut être réalisé par un enseignant spécialisé en informatique ou par un enseignant d'une autre option de l'économie-gestion.

Ces difficultés d'identification de la prise en charge des enseignements sont également présentes dans la voie professionnelle, notamment dans le cas de la mention complémentaire SNO. La mission a pu observer pour celle-ci que les enseignements d'informatique sont assurés par des enseignants issus de spécialités diverses dont la qualification en informatique n'est pas avérée.

Bien que les enseignements d'informatique des voies technologique et professionnelle soient rattachés à une discipline d'inspecteurs (sciences et techniques industrielles ou économie et gestion), l'organisation de ces enseignements en établissement ne permet d'avoir une vision claire de leur prise en charge, ce qui constitue un frein dans le pilotage académique.

Recommandation n° 7

Doter les académies d'un système d'information des ressources humaines (SIRH) permettant l'identification et le suivi des professeurs en charge des enseignements du numérique et de l'informatique.

2.3.2. Identifier un groupe de pilotage en académie dédié aux enseignements du numérique et de l'informatique

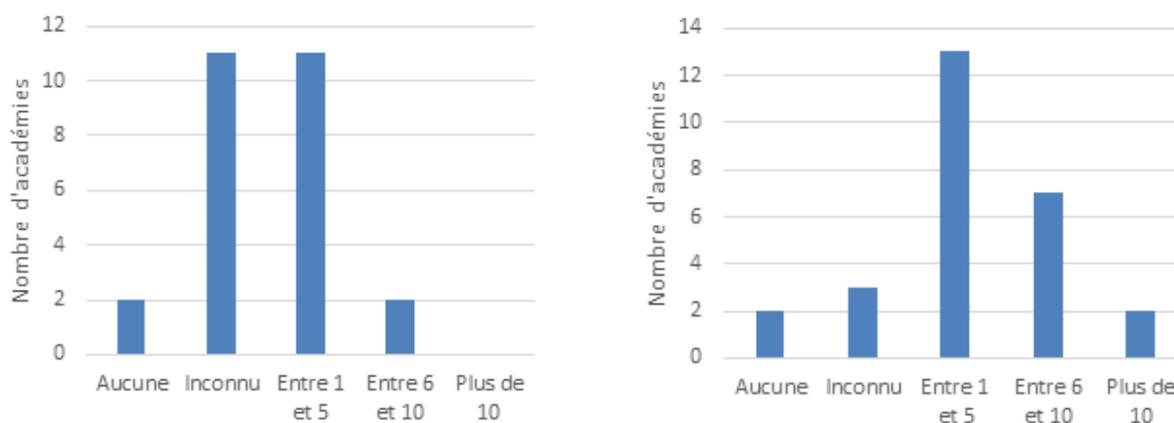
Le pilotage en académie des enseignements liés à l'informatique est protéiforme. De manière générale, les enseignements des voies professionnelle et technologique sont pilotés par les inspecteurs des disciplines de rattachement : IEN sciences et techniques industrielles pour le bac pro SN option C, IA-IPR économie et gestion pour l'enseignement spécifique SIG et IA-IPR sciences et techniques industrielles pour l'enseignement spécifique SIN. Cette entrée par le champ disciplinaire facilite l'identification du groupe d'inspecteurs responsable de ces enseignements.

Le pilotage des enseignements de SNT et de NSI est beaucoup moins homogène. Au niveau national, l'animation pédagogique liée à ces enseignements est prise en charge par des inspecteurs généraux issus de différentes spécialités. En académie, on retrouve une organisation similaire avec un pilotage pédagogique assuré par un groupe d'IA-IPR rattachés à différentes disciplines voire, dans quelques cas, à un seul IA-IPR. Cette animation vient en sus du pilotage à mener dans la discipline de rattachement de ces inspecteurs. Quelques académies ont alloué des moyens supplémentaires sous la forme de chargés de mission d'inspection réalisant des observations en classe et/ou contribuant à l'animation du réseau de professeurs qui enseignent SNT et NSI. Ces configurations multiples peuvent conduire à des situations peu pertinentes pour le pilotage de ces enseignements de SNT et de NSI. Parmi celles-ci on peut citer :

- l'absence d'une réelle expertise en informatique au sein du groupe de pilotage ou une interrogation quant à l'expertise que les enseignants accordent à ces IA-IPR dans le champ de l'informatique ;
- l'évaluation d'enseignants intervenant dans les enseignements de SNT et de NSI par un IA-IPR qui n'est pas rattaché à la même discipline qu'eux ; cela est particulièrement prégnant pour les rendez-vous de carrière des enseignants titulaires du DIU-EIL où les IA-IPR privilégient les observations de séance dans la discipline de rattachement de l'enseignant afin d'éviter tout recours potentiel ;
- des actions de pilotage se centrant essentiellement sur la prise en charge des enseignements au détriment de la qualité de ceux-ci (en garantissant, par exemple, l'absence d'inspections ou de visites d'inspecteurs en cours de SNT).

Ces situations font partie des éléments d'explication avancés par les IA-IPR rencontrés par la mission pour justifier le peu d'observations réalisées en classe de SNT et de NSI (voir figure 7). Les inspecteurs précisent d'ailleurs que le pilotage des enseignements de SNT et de NSI n'apparaît pas dans leur lettre de mission, ce qui ne permet pas d'asseoir leur légitimité vis-à-vis des enseignants. Ce contexte contribue à une perte de visibilité quant aux activités pédagogiques réalisées en classe de SNT et de NSI ne permettant pas d'installer de manière homogène ces enseignements.

Figure 7 – Nombre de séances d’enseignement de SNT (à gauche) et de NSI (à droite) observées pendant l’année scolaire 2021-2022



Lecture : pendant l’année scolaire 2021-2022, deux académies ont recensé plus de six séances d’enseignement de SNT ayant fait l’objet d’une observation en classe par un inspecteur ; deux académies ont recensé plus de dix séances d’enseignement de NSI ayant fait l’objet d’une observation en classe par un inspecteur.

Source : mission à partir d’un questionnaire adressé aux IA-IPR en charge des enseignements de SNT et de NSI

Recommandation n° 8

Identifier au moins un IA-IPR exclusivement dédié au pilotage pédagogique des enseignements de SNT et de NSI par région académique, avec l’expertise requise. À défaut, installer une légitimité pour les IA-IPR actuellement en charge du pilotage des enseignements de SNT et de NSI via leur lettre de mission et, si nécessaire, en leur adjoignant des chargés de mission d’inspection du second degré spécialisés en informatique.

La mission estime qu’il faudra à terme s’interroger sur le recrutement explicite d’IA-IPR de la discipline informatique. Pour l’heure, les actions de formation en direction des inspecteurs territoriaux s’avèrent indispensables afin de renforcer leur expertise scientifique et didactique en informatique.

2.4. Mener des actions complémentaires pour améliorer la qualité des formations

2.4.1. Renforcer le pilotage des enseignements en établissement

Lors des observations réalisées en académie, la mission a pu constater un pilotage dans les établissements avec différents degrés d’importance selon les enseignements.

Un enseignement de SNT particulièrement délaissé

L’enseignement de SNT est particulièrement délaissé car il est perçu par beaucoup de chefs d’établissements comme n’ayant pas de finalité ou de continuité avec les enseignements informatiques des voies générale et technologique. La grande majorité des proviseurs interrogés par la mission déclarent ne prendre en compte cet enseignement que de façon très limitée lors des conseils de classe et dans l’orientation des élèves. La mission a constaté que, de manière générale, ils rencontrent des difficultés à mobiliser des enseignants pour assurer l’enseignement de SNT. Ce contexte global conduit les proviseurs à orienter leur pilotage essentiellement sur la prise en charge de cet enseignement pour l’année scolaire à venir au détriment de son pilotage pédagogique. Cela contribue à faire de l’enseignement de SNT un cours complétant les services des enseignants avec la conséquence d’une rotation importante des professeurs y intervenant. Cela contribue également aux défauts indiqués dans le paragraphe 1.2.2.

De manière générale, peu de moyens de dédoublement sont consacrés à l’enseignement de SNT alors qu’il requiert des manipulations sur machines nécessitant un accompagnement individualisé des élèves par les professeurs. La mission a observé quelques situations révélatrices du pilotage actuel de l’enseignement de SNT parmi lesquelles :

- une attribution de moyens différente d’une classe à l’autre au sein d’un même établissement, suite aux exigences de certains enseignants pour accepter de prendre en charge cet

enseignement (exemple : une classe A suit le cours de SNT en classe entière pendant 1 h 30 par semaine alors que la classe B n'a qu'une heure de SNT par semaine en demi-classe) ;

- une utilisation des heures de SNT pour garantir une utilisation de la plateforme Pix par les élèves ;
- une connaissance par les proviseurs de contenus d'enseignement dispensés en cours de SNT non conformes au programme officiel sans que cela n'amène d'actions particulières pour corriger la situation.

Quelques établissements font de l'enseignement de SNT un objet de pilotage. Un élément facilitateur dans cette dynamique est la présence d'un coordonnateur SNT qui est, le plus souvent, un professeur certifié NSI ou agrégé d'informatique assurant une coordination des enseignements de SNT et NSI.

Recommandation n° 9

Stabiliser des enseignants formés à l'enseignement de SNT et en faire un des points d'attention lors de l'évaluation des lycées.

Un pilotage plus appuyé pour les enseignements visibles à l'examen ou disposant d'un relais expert au sein de la direction de l'établissement

Les enseignements d'informatique présents à l'examen du baccalauréat sont l'objet d'une plus grande attention des chefs d'établissement, notamment en raison de leur poids dans l'évaluation finale des élèves. C'est en particulier le cas pour l'enseignement de spécialité NSI et les enseignements professionnels du bac pro SN option C.

Bien que les enseignements spécifiques de la voie technologique aient une part plus restreinte dans les épreuves finales du baccalauréat, ceux-ci font l'objet d'un pilotage particulier. En effet, le directeur délégué à la formation professionnelle et technologique (DDFPT), à travers son expertise de la voie technologique, contribue à porter une réflexion sur les enseignements spécifiques auprès de la direction de l'établissement.

2.4.2. Prévoir une adaptation des programmes des enseignements de SNT et NSI

Bien que la mission ait pu observer des défauts de mise en œuvre pédagogique des référentiels de la voie professionnelle et des programmes de la voie technologique, elle considère que la réflexion sur l'évolution de leurs contenus n'est pas une priorité. Plus précisément, la formation au bac pro SN est en cours de remplacement par celle au bac pro CIEL dont le référentiel est récent et celui de la mention complémentaire SNO existe également depuis peu : ces référentiels ne nécessitent donc pas de révision dans l'immédiat et il s'agit plutôt d'accompagner leur mise en œuvre. Pour ce qui est de la voie technologique, la mission juge que les problèmes relevés demandent une action qui va au-delà d'une simple révision de programmes (voir le paragraphe 2.1.2.).

Pour la voie générale, la mission constate des éléments récurrents qui conduisent à envisager des adaptations.

Le nom des enseignements de SNT et de NSI est souvent questionné lors des entretiens :

- le libellé sciences numériques et technologie n'est pas jugé représentatif des contenus. La présence du mot « technologie » conduit les élèves à assimiler l'enseignement de SNT à celui de la technologie de collège alors que leurs contenus respectifs ne se recouvrent que partiellement ;
- le libellé numérique et sciences informatiques entretient la confusion entre le champ des usages (numérique) et le champ scientifique (l'informatique).

Le constat porté au paragraphe 1.2.2. sur l'enseignement de SNT montre qu'il est nécessaire :

- de faire évoluer les pratiques pédagogiques en donnant plus de sens aux apprentissages (partir du concret pour aller vers les fondamentaux et ancrer les apprentissages sur l'actualité) ;
- de renforcer l'enseignement de la partie transversale (programmation) pour donner à voir l'informatique telle qu'elle est proposée dans les voies générale et technologique ;
- de définir des modalités d'évaluation en adéquation avec les capacités visées par le programme ;
- d'alléger les contenus à enseigner en définissant des thèmes obligatoires et des thèmes au choix.

L'évolution du programme de SNT peut aussi prendre en compte deux préoccupations :

- la continuité avec les nouveaux programmes de technologie au collège ;
- la place de l'apprentissage de la littéracie numérique – acquisition d'une culture numérique et développement de compétences numériques – évoquée par le CSP dans son avis de juin 2022¹⁰¹, en veillant à une articulation cohérente avec l'éducation aux médias et à l'information (EMI) et l'enseignement moral et civique (EMC).

Pour ce qui est du programme de NSI, le souhait d'un rééquilibrage vers les thèmes réseaux, bases de données, systèmes a été évoqué lors des entretiens menés par la mission, comme de rendre plus explicites les capacités (savoir-faire). **Les nouvelles préoccupations liées au champ de l'informatique pourraient être étudiées dans le cadre de l'enseignement d'informatique, à savoir l'intelligence artificielle, la cybersécurité et la sobriété numérique (green by design¹⁰², écoconception).** On peut aussi s'interroger sur la place du génie logiciel dans ce programme et la référence à la pensée informatique.

Une révision du programme permettrait de réaliser des ajustements en ce sens, **en mettant en relief les connaissances et les capacités de la science informatique tout en incitant à la contextualisation rendant l'enseignement de la discipline plus attractif et porteur de sens – à la fois pour les filles et les garçons.** La réalisation de projets, particulièrement utile au développement de compétences de l'informatique et transversales, mérite d'être poursuivie avec l'affirmation d'une ouverture allant au-delà d'aspects purement théoriques et techniques (enjeux sociétaux, environnementaux, éthiques, santé, etc.).

Recommandation n° 10

Saisir le Conseil supérieur des programmes (CSP) pour réviser les programmes des enseignements de SNT et de NSI, en les renommant respectivement « informatique et technologie » et « informatique ».

La mission considère que les dénominations « informatique et technologie » et « informatique » sont de nature à inscrire plus explicitement ces enseignements dans un continuum collège-seconde GT-cycle terminal général ou technologique.

2.4.3. Améliorer la qualité de l'alternance dans la voie professionnelle

La pédagogie de l'alternance entre monde de la formation et celui du travail est caractéristique de l'enseignement professionnel. Ainsi les périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) concourent à l'acquisition des compétences du référentiel du diplôme.

Les entretiens menés par la mission auprès des équipes préparant au bac pro SN option C montrent que si la typologie des entreprises d'accueil est très variée, la qualité des PFMP n'est pas toujours au rendez-vous. Certaines entreprises proposent du télétravail avec pas ou peu de prise en charge de stagiaires en leur sein. Les professeurs constatent qu'il est de plus en plus difficile pour les élèves de trouver un lieu de PFMP qui soit en adéquation avec les attendus du référentiel du diplôme, leur permettant ainsi de développer des compétences complémentaires à celles travaillées au lycée. En effet, de nombreuses petites entreprises ayant subi la crise sanitaire ont fermé. De plus, le développement de l'apprentissage a réduit les possibilités d'accueil en PFMP des jeunes sous statut scolaire dans de nombreuses structures.

Le constat est similaire pour les apprenants de la mention complémentaire SNO avec la difficulté supplémentaire pour les établissements proposant un étalement des PFMP sur l'année, à raison de deux ou trois jours par semaine, de trouver des entreprises acceptant ce système d'alternance.

Concernant la qualité des stages, on peut espérer que l'installation des bureaux des entreprises, mesure 9 de la réforme des lycées professionnels, va permettre de créer des partenariats féconds avec le milieu économique pour assurer une meilleure adéquation des PFMP avec les compétences des référentiels. Un

¹⁰¹ CSP. Avis sur la contribution du numérique à la transmission des savoirs et à l'amélioration des pratiques pédagogiques, *op. cit.*

¹⁰² Cigref (2020). Sobriété numérique : une démarche d'entreprise responsable : <https://www.cigref.fr/publication-sobriete-numerique-une-demarche-d-entreprise-responsable>

suivi de l'alternance s'avère nécessaire et requiert un partage suffisant d'informations entre l'établissement et la structure d'accueil en PFMP¹⁰³.

Recommandation n° 11

Assurer, à l'aide d'outils adaptés, un suivi de la qualité des périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) au regard des attendus des référentiels.

2.4.4. Prendre en compte les besoins spécifiques d'équipement

L'informatique comprend un enseignement pratique par identité : il requiert une mise en œuvre sur des machines réelles capables d'exécuter les programmes élaborés et d'interagir avec les autres machines disponibles sur le réseau. **Cela se traduit par un besoin d'accès à des ordinateurs et des infrastructures de communication adaptés.** En plus de ces besoins matériels, l'apprentissage de l'informatique requiert des besoins logiciels tels que l'accès à des systèmes d'exploitation libres (nécessaire pour le programme de l'enseignement de spécialité NSI par exemple) ou encore la possibilité d'installer des éléments logiciels (bibliothèques de programmation, environnements de programmation, logiciels de simulation, etc.). L'apprentissage de l'informatique s'inscrit dans une logique qui doit mener les élèves à structurer leur espace numérique personnel dans lequel ils doivent pouvoir ajouter, supprimer et mettre à jour des éléments logiciels leur permettant de réaliser les tâches proposées par l'équipe enseignante.

Des politiques territoriales régionales volontaristes quant à l'équipement individuel des lycéens et au déploiement d'infrastructures performantes

Depuis plusieurs années, les conseils régionaux déploient des politiques volontaristes quant à l'équipement individuel des élèves (dotation d'ordinateurs portables personnels pour les lycéens par exemple) et la modernisation des infrastructures des lycées (notamment pour permettre la connectivité filaire et non filaire des équipements). Ce travail est mené en lien avec les services académiques pour favoriser le déploiement d'une solution globale incluant un catalogue de services numériques (applications et manuels numériques). La maintenabilité et l'infogérance des équipements constituent un critère primordial dans les choix technologiques opérés par les conseils régionaux. Bien que faisant l'objet d'échanges entre les services académiques et régionaux, les besoins pédagogiques sont souvent relayés au second plan. Dans quelques académies, les enseignants sont dotés du même matériel que les élèves afin de faciliter l'intégration de cet outil dans les séquences pédagogiques.

La maintenance des matériels et des réseaux est effectuée par des personnels du conseil régional ou des prestataires qui prennent en charge plusieurs établissements scolaires. Ces chargés de maintenance sont parfois épaulés par un référent numérique faisant partie de l'équipe pédagogique de l'établissement. Le référent numérique est souvent responsable de la centralisation des demandes et de leur priorisation afin d'optimiser les interventions des chargés de maintenance lors de leur présence dans l'établissement.

Conformément aux guides d'équipement, les filières d'enseignement professionnel observées par la mission disposent, le plus souvent, d'un réseau informatique indépendant directement pris en charge par les enseignants. L'acquisition et la mise à niveau des équipements de ces réseaux est réalisée par l'intermédiaire des moyens pédagogiques des établissements et par la dotation de matériel provenant des relations avec le milieu professionnel.

Les besoins pédagogiques propres à l'apprentissage de l'informatique non pris en compte

La mission a pu observer que les équipements individuels fournis aux lycéens sont configurés pour des usages « standards ». Les échanges avec les différents acteurs de la communauté éducative ont montré des difficultés quant à l'utilisation de ces équipements dans les enseignements incluant l'apprentissage de l'informatique. Ces difficultés portent sur leurs performances intrinsèques (puissance de calcul, mémoire, autonomie), les systèmes d'exploitation (absence de systèmes d'exploitation libres pour les élèves suivant l'enseignement de NSI par exemple), mais aussi sur l'accès à certaines fonctionnalités qui relèvent des droits d'administrateur que les élèves n'ont pas. Ces freins sont parfois des points de friction dans la relation entre les chargés de maintenance et les établissements, ces derniers considérant que leurs demandes ne sont pas

¹⁰³ Il existe des solutions telles que l'outil Cpro éducation proposé par Canopé, mais qui n'implémentent pas tous les référentiels.

prises en compte. Ce contexte a conduit les équipes pédagogiques et les élèves à mettre en place des stratégies de contournement telles que l'utilisation de matériel personnel ou le débridage des équipements fournis.

La modernisation des infrastructures et de la connectivité s'accompagnent de la mise en place de pare-feux pour garantir la sécurité informatique du réseau pédagogique. La mission a pu constater que ces pare-feux sont parfois des freins à la pratique pédagogique dans l'apprentissage de l'informatique comme, par exemple, l'impossibilité d'accéder à certaines ressources en ligne à partir du réseau pédagogique. Les entretiens menés par la mission ont mis en exergue l'utilisation courante, par les enseignants et les élèves, d'un partage de connexion avec leurs téléphones portables personnels pour contourner ces difficultés. Ces pratiques soulèvent bien évidemment des problèmes de sécurité et d'équité mais aussi de sobriété numérique. Cette situation est particulièrement saillante notamment dans le cadre de l'ouverture de la mention complémentaire SNO où les contraintes imposées par les conseils régionaux rendent impossible le déploiement d'une solution logicielle permettant une mise en contexte adaptée des activités pédagogiques. Le temps nécessaire pour lever ces contraintes ralentit d'autant plus la formation des professeurs qui devront l'utiliser engendrant un retard global se comptant en années pour une bonne prise en charge des élèves.

Enfin, le déploiement d'équipements individuels à destination des lycéens s'accompagne souvent d'une réduction du nombre d'ordinateurs fixes dans les établissements rendant ainsi l'accès à des salles informatiques plus complexe pour les équipes pédagogiques.

Recommandation n° 12

Inclure les besoins pédagogiques propres à l'apprentissage de l'informatique dans les politiques d'équipement des lycéens et des établissements. Établir des conventions – bipartite région - académie et tripartite région - académie - lycée – conformes aux articles L. 211-8 et L. 214-6 du code de l'éducation¹⁰⁴ et tenant compte des contraintes pédagogiques.

¹⁰⁴ https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006071191

Conclusion

Dans les trois voies de formation des lycées, il existe des formations menant à des parcours vers les métiers cœur du numérique, relevant de l'informatique, avec des programmes récents dont certains contenus peuvent cependant évoluer. Les besoins d'évolution immédiats portent plus sur la gestion et le pilotage des ressources humaines, la publicité faite à ces formations, la révision de la carte des formations et une politique volontariste pour valoriser la mixité.

La reconnaissance de l'informatique en tant que discipline scolaire est en marche. Elle devient autonome, avec une distinction claire de la bureautique, de la littéracie numérique et de la notion de numérique axées sur les usages. Elle concerne un champ scientifique et technique qui dépasse l'algorithmique et le codage. Cela nécessite une appropriation par tous les acteurs, notamment les cadres, de cette distinction.

Si l'offre de formation au lycée dans les différentes voies permet d'attirer des jeunes vers des parcours préparant aux métiers au cœur du numérique, on voit qu'elle souffre d'un déficit de filles et que l'enseignement supérieur aura besoin d'un vivier plus large pour répondre aux besoins du plan France 2030. Aussi les formations de l'enseignement supérieur doivent-elles également s'appuyer sur des profils qui n'auront pas suivi un parcours spécialisé en informatique. Il est important qu'elles puissent ménager des voies d'accès pour ces profils.

Par ailleurs, les métiers au cœur du numérique sont en perpétuelle évolution. Notamment l'arrivée de l'intelligence artificielle nécessite une adaptation des acteurs du secteur et le développement de nouvelles compétences. Ceci a une répercussion sur les besoins de formation.

Enfin si « *l'informatique a de multiples facettes, science théorique et expérimentale objet de recherches d'une grande diversité, technologie donnant lieu à une activité industrielle considérable, et ensemble d'outils des plus en plus intégrés à notre vie quotidienne, familiale ou professionnelle* »¹⁰⁵, elle mérite la structuration d'une recherche en didactique pour répondre au besoin d'un enseignement de qualité de cette jeune discipline.

Pour la mission,

Yannick ALMÉRAS

Christine GAUBERT-MACON

¹⁰⁵ Bernard Lang (1998) : *L'Informatique : Science, Techniques et Outils*. <https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1101f.htm>

Annexes

Annexe 1 :	Lettre de désignation	51
Annexe 2 :	Liste des personnes auditionnées	52
Annexe 3 :	Glossaire	60
Annexe 4 :	Éléments sur les pratiques pédagogiques dans les enseignements menant à des parcours vers des métiers au cœur du numérique	63
Annexe 5 :	Éléments statistiques sur les combinaisons des enseignements de spécialité intégrant NSI.....	76
Annexe 6 :	Description des programmes des enseignements spécifiques SIG de la série STMG et SIN de la série STI2D de la voie technologique	78
Annexe 7 :	Éléments statistiques sur les terminales technologiques STMG et STI2D selon les enseignements choisis	81
Annexe 8 :	Éléments descriptifs des contenus techniques numériques du bac pro systèmes numériques option C et de la mention complémentaire services numériques aux organisations	82
Annexe 9 :	Éléments statistiques sur la dimension filles-garçons dans les enseignements de NSI, SIG et SIN.....	84
Annexe 10 :	Résultats des concours de recrutement de professeurs d'informatique	87
Annexe 11 :	L'informatique dans l'enseignement scolaire dans le monde, en particulier dans l'enseignement secondaire de second cycle général et technologique en Europe	92
Annexe 12 :	Un regard à l'international pour l'engagement de plus de filles dans le domaine de l'informatique.....	96



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IGÉSR INSPECTION GÉNÉRALE
DE L'ÉDUCATION, DU SPORT
ET DE LA RECHERCHE

Section des rapports

N° 22-23 006

Affaire suivie par :
Manuèle Richard

Tél : 01 55 55 30 88

Mél : section.rapports@igesr.gouv.fr

Site Descartes
110 rue de Grenelle
75357 Paris SP 07

Paris, le 30 septembre 2022

La cheffe de l'inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche

à

Monsieur le directeur de cabinet
du ministre de l'éducation nationale
et de la jeunesse

Objet : Désignation des membres d'une mission inscrite au programme de travail annuel de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche 2022-2023.

Dans le cadre de son programme annuel, l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche assure une mission intitulée :

La préparation aux formations et aux métiers du numérique et de l'informatique : parcours, programmes, pédagogie, mixité des cursus dans les lycées général, professionnel et technologique

Je vous informe que la mission sera pilotée par M. Yanick Alméras et Mme Christine Gaubert-Macon, et composée de MM. Jean-Marie Chesneaux, Zaïr Kédadouche et Vincent Montreuil, inspecteurs généraux de l'éducation, du sport et de la recherche.

Caroline PASCAL

CPI :

M. Yanick Alméras

Mme Christine Gaubert-Macon

M. Jean-Marie Chesneaux

M. Zaïr Kédadouche

M. Vincent Montreuil

M. Olivier Sidokpohou, responsable du collège EDP

M. Guy Waïss, responsable du collège EAE

Liste des personnes auditionnées¹⁰⁶**Cabinet des ministres**

- Ministère en charge de l'enseignement et de la formation professionnels
 - Mme Ellen Thompson, directrice adjointe du cabinet de la ministre déléguée chargée de l'enseignement et de la formation professionnels
 - M. Guillaume Houzel, conseiller spécial de la ministre, en charge de la politique de certification et de la qualité de la formation
 - M. Éric Garnier, conseiller enseignement professionnel
- Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports (MENJS)
 - M. Guillaume Fournière, conseiller budgétaire, en charge du numérique et de l'innovation

Administration centrale

- Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO)
 - M. Édouard Geffray, directeur général de l'enseignement scolaire
 - Mme Rachel-Marie Pradeilles-Duval, cheffe du service de l'instruction publique et de l'action pédagogique
 - M. Jean Hubac, chef du service de l'accompagnement des politiques éducatives
- Direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle (DGESIP)
 - Mme Laure Vagner-Shaw, cheffe du service de la stratégie des formations et de la vie étudiante
 - Mme Anne Boyer, membre du collège des conseillers scientifiques et pédagogiques
 - Mme Catherine Delarue-Breton, membre du collège des conseillers scientifiques et pédagogiques
 - Mme Florence Domenichini, responsable de projet au sein du collège des conseillers scientifiques et pédagogiques
 - Mme Marie-Line Corbin, chargée d'étude formation des enseignants
- Direction générale des ressources humaines (DGRH)
 - M. Marc Estournet, chef du service des personnels enseignants de l'enseignement scolaire
 - Mme Cécile Bourlier, sous-directrice de la gestion des carrières
 - Mme Valérie Saigne, sous-directrice des études de gestion prévisionnelle et statutaires
 - M. Vincent Cima, chef du bureau des affectations et des mutations des personnels du second degré
- Direction du numérique pour l'éducation (DNE)
 - Mme Florence Biot, sous-directrice de la transformation numérique
 - M. Patrick Arceluz, chef du bureau de l'accompagnement des usages et de l'expérience utilisateur
 - M. Alexis Kauffman, chef de mission mixité dans les filières du numérique et de l'informatique
- Délégation aux relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC)
 - Mme Nathalie Nikitenko, cheffe de service, déléguée aux relations européennes et internationales et à la coopération
 - Mme Lore Nazarowski, cheffe du département veille, comparaisons internationales et affaires financières

¹⁰⁶ Les fonctions indiquées sont celles occupées à la date des entretiens avec la mission.

- M. Nicolas Bénard, adjoint à la cheffe du département veille, comparaisons internationales et affaires financières
- Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports
 - Mme Claude Roiron, haute-fonctionnaire à l'égalité filles-garçons
 - Mme Isabelle Guérin-Lassous, présidente du concours du CAPES externe numérique et sciences informatiques (NSI) et des concours associés

Direction générale éducation, jeunesse, sport et culture de la Commission Européenne (DG EAC)

- M. Alain Thillay, responsable de politique publique, expert national détaché
- Mme Anusca Ferrari, responsable de politique publique
- Mme Maria Podlasek-Ziegler, responsable de politique publique

Conseil supérieur des programmes (CSP)

- M. Pascal-Raphaël Ambrogi, membre du CSP, personnalité qualifiée
- Mme Anne Burban, membre du CSP, personnalité qualifiée
- M. Mustapha Sami, membre du CSP, personnalité qualifiée

Opérateurs publics

- Onisep
 - Mme Anne de Rozario, directrice générale adjointe
 - M. Gilles Foubert, directeur du pôle production intégrée
- Pix
 - Mme Sophie Puig de Fabregas, responsable des contenus pédagogiques et du déploiement dans l'enseignement scolaire
 - M. Benoît Prady, responsable de l'élaboration et de la mise en œuvre de la stratégie produit
 - M. Robin Lévy, membre de l'équipe

Région Île-de-France

- M. James Chéron, vice-président chargé des lycées

Organisations syndicales, professionnelles, associations et formations

- Assemblée des directeurs d'institut universitaire de technologie (ADIUT)
 - M. Martial Martin, président, directeur de l'institut universitaire de technologie (IUT) de Troyes
- Association des enseignants d'informatique de France (AEIF)
 - M. Charles Poumaire, président
 - Mme Mathilde Boehm, secrétaire
 - M. Marc De Falco, professeur
 - M. Maxime Fourny, professeur
 - M. Vincent Xavier Jumel, professeur
- Association enseignement public et informatique (EPI)
 - M. Jean-Pierre Archambault, président
- Campus Cyber
 - M. Yann Bonnet, directeur général délégué

- Campus des métiers et des qualifications d'excellence numérique, photonique et cybersécurité de Lannion
 - M. David Le Roy, directeur opérationnel, pilote du réseau thématique national numérique et télécommunications
- Centre Hubertine Auclert
 - Mme Gaëlle Perrin, responsable du pôle éducation à l'égalité
- Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI)
 - M. Emmanuel Perrin, chargé de mission réforme du baccalauréat et des premiers cycles, directeur de Polytech Lyon
- Conférence des grandes écoles (CGE)
 - M. Laurent Champaney, président, directeur général de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers ParisTech
 - M. Nicolas Glady, vice-président en charge de la commission formation et carrières, directeur de Télécom Paris
 - M. Hugues Brunet, délégué général
 - M. Marc Sagot, adjoint au délégué général
- École pour l'informatique et les techniques avancées (EPITA)
 - M. Philippe Dewost, directeur général
 - Mme Claire Lecocq, directrice générale adjointe
- Femmes@numérique
 - Mme Corinne Lossy-Dajon, présidente
 - Mme Peggy Vicomte, déléguée générale
- France Universités (FU)
 - Mme Virginie Laval, présidente du conseil de la formation, de la vie étudiante et de l'insertion professionnelle, présidente de l'université de Poitiers
 - M. Gilles Roussel, président de l'université Gustave Eiffel
 - Mme Déborah Levy, chargée de mission de la commission de la formation et de l'insertion professionnelle
 - Mme Virginie Sément, chargée de mission de la commission de la formation et de l'insertion professionnelle
- Numeum
 - Mme Neila Hamadache, déléguée à la formation
 - Mme Eloïse Lehujeur, cheffe de projet relations institutionnelles, éducation, EdTech et attractivité
- Réseau des Inspé
 - M. Alain Frugière, président, directeur de l'Inspé de Paris
 - Mme Nadine Jessel, directrice de l'Inspé Toulouse Occitanie-Pyrénées
 - M. Hervé Luga, professeur à l'Inspé Toulouse Occitanie-Pyrénées
 - Mme Josiane Mothe, professeure à l'Inspé Toulouse Occitanie-Pyrénées
- Société informatique de France (SIF)
 - Mme Isabelle Debled-Rennesson, vice-présidente enseignement
 - M. Basile Sauvage, vice-président adjoint enseignement

- M. Jean-Marc Vincent, vice-président adjoint enseignement
- M. Bruno Mermet, secrétaire
- Syndicat national des personnels de direction de l'éducation nationale (SNPDEN)
 - M. Olivier Beaufrère, secrétaire national éducation et pédagogie
 - M. François Resnais, secrétaire national communication
- Talents du numérique
 - M. Rémi Ferrand, délégué général
- Union des professeurs de classes préparatoires scientifiques (UPS)
 - M. Denis Choimet, président
 - M. Sébastien Balny, professeur
 - M. Guillaume Dewaele, professeur
 - M. Jean-Julien Fleck, professeur
 - M. Jean-René Geoffroy, professeur
 - Mme Sophie Marcus, professeure
 - Mme Amélie Stainer, professeure
- Union des professeurs de sciences et techniques industrielles (UPSTI)
 - M. Sébastien Gergadier, président

Académie de Clermont-Ferrand

- Rectorat
 - M. Karim Benmiloud, recteur de l'académie
 - M. Stéphane Granseigne, délégué de région académique adjoint à la formation professionnelle initiale et continue
 - M. Patrick Roumagnac, délégué régional académique au numérique éducatif
 - Mme Stéphanie Tinayre, cheffe du service académique d'information et d'orientation (SAIO), déléguée de région académique adjointe à l'information et à l'orientation
 - Mme Delphine Pailler, doyenne des IA-IPR, IA-IPR de physique-chimie
 - Mme Agnès Dantil, doyenne des IEN second degré, IEN chargée de l'information et l'orientation
 - M. Jean-Alain Roddier, IA-IPR de mathématiques
 - M. Pierre Peyrel, IA-IPR d'économie et gestion
 - M. Jean-Claude Fricou, IA-IPR de sciences et techniques industrielles
 - M. Claude Pojolat, IEN de sciences et techniques industrielles
- Lycée Blaise Pascal de Clermont-Ferrand
 - Équipe de direction : Mme Muriel Falibaron, proviseure, accompagnée d'une proviseure adjointe
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT et NSI, représentée par trois professeurs
 - Panel de trois élèves suivant l'enseignement de SNT
 - Panel de onze élèves suivant l'enseignement de NSI
- Lycée Sidoine Apollinaire de Clermont-Ferrand
 - Équipe de direction : M. Thierry Chazarin, proviseur, accompagné de deux proviseurs adjoints
 - Équipe enseignante intervenant sur l'enseignement de SIG, représentée par une professeure
 - Panel de dix élèves suivant l'enseignement de SIG

- Lycée La Fayette de Clermont-Ferrand
 - Équipe de direction : Christine Pellissier, proviseure, accompagné du directeur délégué à la formation professionnelle et technologique (DDFPT)
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de NSI et SIN, représentée par deux professeurs
- Lycée Gergovie de Clermont-Ferrand
 - Équipe de direction : Didier Zimniak, proviseur, accompagné du DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements professionnels préparant au bac pro SN, représentée par deux professeurs
 - Panel de huit élèves suivant l'enseignement de professionnel préparant au bac pro SN

Académie de Créteil

- Rectorat
 - M. Daniel Auverlot, recteur de l'académie
 - Mme Christine Darnaud, directrice adjointe du cabinet du recteur
 - Mme Christelle Marchais, déléguée académique au numérique éducatif
 - M. Pascal Fourestier, délégué de région académique adjoint à la formation professionnelle initiale et continue
 - Mme Elisabeth Boyer, cheffe du SAIO, déléguée de région académique adjointe à l'information et à l'orientation
 - M. Charles Naïm, doyen des IA-IPR, IA-IPR lettres
 - M. Charles Kaoua, doyen des IEN-2D, IEN mathématiques physique-chimie
 - M. Richard Bréheret, IA-IPR de mathématiques
 - M. Bruno Ciréface, IA-IPR de sciences et techniques industrielles
 - M. Olivier Monder, IA-IPR d'économie et gestion
 - M. Jean-Michel Roche, IEN de sciences et techniques industrielles
 - Mme Stéphanie Texier, IA-IPR de sciences et techniques industrielles
- Lycée René Descartes de Champs-sur-Marne
 - Équipe de direction : M. Xavier de Saulces-Larivière, proviseur, accompagné d'une proviseure adjointe, d'un DDFPT et du gestionnaire comptable
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI et SIG, représentée par quatre professeurs
 - Panel de six élèves suivant l'enseignement de SNT
 - Panel de deux élèves suivant l'enseignement de NSI en première
 - Panel de dix élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale
 - Panel de deux élèves suivant l'enseignement de SIG en terminale
- Lycée Auguste Blanqui de Saint-Ouen
 - Mme Violette Sinnig, proviseure
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI, SIG et la mention complémentaire SNO, représentée par douze professeurs
 - Panel de dix élèves suivant l'enseignement de NSI en première
 - Panel de deux élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale

- Lycée Christophe Colomb de Sucy-en-Brie
 - Équipe de direction : M. Philippe Giacobbi, proviseur, accompagné d'une proviseure adjointe
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI, SIN et le bac pro SN option C, représentée par cinq professeurs

Académie de Nancy-Metz

- Rectorat
 - M. Richard Laganier, recteur de région académique Grand Est, recteur de l'académie
 - Mme Christine François, déléguée académique au numérique éducatif
 - M. Stéphane Perron, délégué de région académique adjoint à la formation professionnelle initiale et continue
 - M. Dimitri Sydor, chef du SAIO, délégué de région académique adjoint à l'information et à l'orientation
 - Mme Patricia Izquierdo, doyenne des IA-IPR, IA-IPR de lettres
 - Mme Florence Vernet, doyenne des IEN-2D, IEN d'économie et gestion
 - M. Pol Le Gall, directeur de la pédagogie, IA-IPR de mathématiques
 - M. Philippe Albert, IEN de sciences et techniques industrielles
 - M. Mohammed Hayouni, IA-IPR de mathématiques
 - M. Josselin Lemaire, IEN d'économie et gestion
 - M. Éric Seuillot, IA-IPR de sciences et techniques industrielles
 - M. Philippe Villemain, IA-IPR d'économie et gestion
- Lycée Raymond Poincaré de Bar-le-Duc
 - Équipe de direction : M. Jean-Louis Hoffstetter, proviseur, accompagné d'un proviseur adjoint, d'une principale adjointe et d'un DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI et SIG, représentée par neuf professeurs
 - Panel de quinze élèves suivant l'enseignement de SNT
 - Panel de quatre élèves suivant l'enseignement de NSI en première
 - Panel de quatre élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale
 - Panel de sept élèves suivant l'enseignement spécifique SIG en terminale
- Lycée Isabelle Viviani d'Épinal
 - Équipe de direction : Mme Georgel Christelle, proviseure, accompagnée d'une proviseure adjointe et d'une DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur la mention complémentaire SNO, représentée par quatre professeurs
 - Panel de trois élèves de la mention complémentaire SNO
- Lycée Louis de Cormontaigne de Metz
 - Équipe de direction : M. Patrick Stemmelin, proviseur, accompagné d'un proviseur adjoint et d'un DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT et du bac pro SN option C, représentée par cinq professeurs
 - Panel de sept élèves suivant l'enseignement de SNT
 - Panel de treize élèves de première professionnelle bac pro SN option C
 - Panel de onze élèves de terminale professionnelle bac pro SN option C

- Lycée Louis Vincent de Metz
 - Équipe de direction : M. Olivier Pallez, proviseur, accompagné de deux proviseurs adjoints et de deux DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI et SIN, représentée par trois professeurs
 - Panel de quatre élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale
 - Panel de huit élèves suivant l'enseignement spécifique SIN en terminale
- Lycée Henri Loritz de Nancy
 - Équipe de direction : Mme Marie-Christine Kurasiak, accompagnée de deux proviseurs adjoints, d'une proviseure adjointe stagiaire et d'un DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT, NSI et SIN, représentée par quatre professeurs
 - Panel de cinq élèves suivant l'enseignement de NSI en première

Académie de La Réunion¹⁰⁷

- Rectorat
 - Mme Chantal Manes-Bonnisseau, rectrice de région académique de La Réunion, rectrice de l'académie
 - Mme Sandrine Ingremeau, directrice académique adjointe des services de l'éducation nationale en charge des lycées et de l'enseignement supérieur
 - M. Christophe Piombo, délégué régional académique au numérique éducatif
 - M. Laurent Brault, délégué de région académique à la formation professionnelle initiale et continue
 - M. Michel Muller, délégué régional académique à l'information et à l'orientation et à la lutte contre le décrochage scolaire, délégué régional Onisep
 - Mme Séverine Poujois, doyenne des IEN-2D, IEN de sciences et techniques industrielles
 - M. Pascal Schrapffer, doyen des IA-IPR, IA-IPR de physique-chimie
 - M. Patrick Courtin, IA-IPR de mathématiques
 - Mme Sylvie Milius-Taillefer, IEN d'économie et gestion
 - M. Nicolas Defay, chargé de mission pour les enseignements SNT-NSI, professeur d'économie et gestion
- Enseignants en lycée
 - Quatre enseignants intervenant sur l'enseignement de SNT des lycées Jean Hinglo du Port, Moulin Joli de La Possession, Marguerite Jauzelon de Saint-Denis et Le Verger de Sainte-Marie
 - Quatre enseignants intervenant sur l'enseignement de NSI des lycées Mémona Hintermann-Afféjee de Sainte-Clotilde, Stella de Saint-Leu, Le Verger de Sainte-Marie et Boisjoly Potier du Tampon
- Élèves en lycée
 - Panel de cinq élèves suivant l'enseignement de SNT au lycée Bellepierre de Saint-Denis
 - Un élève suivant l'enseignement de NSI en première au lycée Bellepierre de Saint-Denis
 - Deux élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale aux lycées Boisjoly Potier du Tampon et Mémona Hintermann-Afféjee de Sainte-Clotilde
 - Panel de neuf élèves suivant l'enseignement spécifique SIN aux lycées Jean Hinglo du Port, Sarda Garriga de Saint-André et Georges Brassens de Sainte-Clotilde

¹⁰⁷ L'ensemble des auditions a été réalisé par voie de visioconférence.

Académie de Versailles

- Rectorat
 - M. Laurent Fouillard, délégué régional au numérique éducatif
 - Mme Malika Allouiani, adjointe au délégué régional au numérique éducatif
 - M. David Latouche, adjoint au délégué régional au numérique éducatif
 - M. Fabrice Lemoine, adjoint au délégué régional au numérique éducatif
 - M. Frédéric Guinepain, IA-IPR de sciences et techniques industrielles, adjoint à la déléguée régionale académique à la formation professionnelle initiale et continue
 - Mme Rachel Le Lamer-Pavard, vice-doyenne des IA-IPR, IA-IPR de lettres
 - M. Grégoire Burgaud, IA-IPR d'économie et gestion
 - M. Gilles Cayol, IA-IPR de sciences et techniques industrielles
 - M. Xavier Gabilly, IA-IPR de mathématiques
 - Mme Christine Weill, IA-IPR de mathématiques
 - Mme Katy Thomias, IEN de sciences et techniques industrielles
 - M. Pascal Mercier, chargé de mission d'inspection
- Lycée Jules Ferry de Conflans-Sainte-Honorine
 - Équipe de direction : Mme Lydie Jean-Michel, proviseure, accompagnée d'un proviseur adjoint
 - Équipe enseignante intervenant sur l'enseignement spécifique SIG de terminale, représentée par deux professeurs
 - Panel de onze élèves suivant l'enseignement spécifique SIG en terminale
- Lycée La Tournelle de La Garenne-Colombes
 - M. Sébastien Lorant-Raze, proviseur
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de bac pro SN, représentée par trois professeurs
 - Panel de dix élèves suivant l'enseignement de première professionnelle bac pro SN option C
 - Panel de cinq anciens élèves ayant suivi l'enseignement de terminale professionnelle bac pro SN option C
- Lycée Newton de Clichy
 - Équipe de direction : Mme Audrey Prevost, proviseure, accompagnée d'un DDFPT
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements SNT, NSI et enseignement spécifique SIN de terminale, représentée par trois professeurs
 - Panel de deux élèves suivant l'enseignement de SNT
 - Panel de quatre élèves suivant l'enseignement de première et terminale NSI
 - Panel de trois élèves suivant l'enseignement d'enseignement spécifique SIN de terminale
- Lycée Jules Ardouin-Mansart de Saint-Cyr-l'École
 - Mme Cristiana Rouffo, proviseure adjointe
 - Équipe enseignante intervenant sur les enseignements de SNT et NSI, représentée par deux professeurs
 - Panel de quatre élèves suivant l'enseignement de NSI en terminale
 - Panel de onze élèves suivant l'enseignement de SNT

Glossaire

AC	Architecture et construction
Agora	Assistance à la gestion des organisations et de leurs activités
AP	Arts plastiques
App	Apprentissage
ARED	Audiovisuels, réseau et équipement domestiques
bac pro	Baccalauréat professionnel
BNS	Banque nationale de sujets
BO	Bulletin officiel
BUT	Bachelor universitaire de technologie
BTS	Brevet de technicien supérieur
CCST	Conseil et commercialisation de solutions techniques
CG	Comptabilité et gestion
CI	Commerce international
CIAV	Cinéma audiovisuel
CIEL	Cybersécurité, informatique et réseaux, électronique
CCF	Contrôle en cours de formation
CITE	Classification internationale type de l'éducation
CNED	Centre national d'enseignement à distance
COCAC	Conseiller de coopération et d'action culturelle
CPGE	Classes préparatoires aux grandes écoles
CRCN	Cadre de référence des compétences numériques
CRSA	Conception et réalisation de systèmes automatiques
CSP	Catégorie socioprofessionnelle
CSP	Conseil supérieur des programmes
DDFPT	Directeur délégué à la formation professionnelle et technologique
DEPP	Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance
DG EAC	Direction générale Éducation, jeunesse, sport et culture de la Commission européenne
DGRH	Direction générale des ressources humaines
DIU-EIL	Diplôme interuniversitaire – Enseigner l'informatique au lycée
DREIC	Direction des relations européennes et internationales et à la coopération
DROM	Départements et régions d'outre-mer
EC	Électronique et communications
ECT	Économique et commerciale technologique
E/D	Élèves par division
EE	Énergie et environnement
EMC	Enseignement moral et civique
EMI	Éducation aux médias et à l'information
ENT	Espace numérique de travail
FCIL	Formation complémentaire d'initiative locale
FI BAC5	Formation ingénieur post-bac
GEA	Gestion des entreprises et des administrations

GEII	Génie électrique et informatique industrielle
GF	Gestion et finance
GMSI	Gestionnaire en maintenance et support informatique
GT	Générale et technologique
HGGSP	Histoire-géographie, géopolitique et sciences politiques
IA	Intelligence artificielle
IA-IPR	Inspecteur d'académie – Inspecteur pédagogique régional
ICN	Informatique et création numérique
I2D	Ingénierie et développement durable
IEN	Inspecteur de l'Éducation nationale
IGÉSR	Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche
2I2D	Ingénierie, innovation et développement durable
IR	Option informatique et réseaux
ISN	Informatique et sciences du numérique
IT	Innovation technologique
ITEC	Innovation technologique et éco-conception
JORF	Journal officiel de la République française
L1	Licence première année
LLCER	Langues, littératures, civilisations étrangères et régionales
M	Mathématiques
Math	Mathématiques
MCO	Management commercial opérationnel
MELEC	Métiers de l'électricité et de ses environnements connectés
MENJ	Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse
MENJS	Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports
Merca	Mercatique
MESRI	Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation
MMI	Métiers du multimédia et de l'Internet
MP2I	Mathématiques, physique, ingénierie et informatique
MSGN	Management, sciences de gestion et numérique
NDRC	Négociation et digitalisation de la relation client
NI	Note d'information
NSI	Numérique et sciences informatiques
PC	Physique-chimie
PFMP	Période de formation en milieu professionnel
PLP	Professeur de lycée professionnel
PME	Petites et moyennes entreprises
QCM	Questionnaire à choix multiples
RERS	Repères et références statistiques (publication annuelle de la DEPP et de la SD-SIES)
RHC	Ressources humaines et communication
RISC	Réseaux informatiques et systèmes communicants
RT	Réseaux et télécommunications
SAIO	Service académique d'information et d'orientation
SD-SIES	Sous-direction des systèmes d'information et des études statistiques

Série ES	Série économiques et sociales
Série L	Série littéraire
Série S	Série scientifique
SES	Sciences économiques et sociales
SI	Sciences de l'ingénieur
SIF	Société informatique de France
SIG	Systèmes d'information de gestion
SIN	Systèmes d'information et numérique
SIO	Services informatiques aux organisations
SIRH	Système d'information des ressources humaines
SN	Systèmes numériques
SNO	Services numériques aux organisations
SNT	Sciences numériques et technologie
SSIHT	Sûreté et sécurité des infrastructures, de l'habitat et du tertiaire
STD2A	Sciences et technologies du design et des arts appliqués
STI2D	Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable
STEAM	Science, technology, engineering, the arts, and mathematics
STEM	Science, technology, engineering and mathematics
STIM	Sciences, technologie, ingénierie et mathématiques
STMG	Sciences et technologies du management et de la gestion
STS	Section de technicien supérieur
SVT	Sciences de la vie et de la Terre
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TC	Techniques de commercialisation
TNE	Transitions numérique et énergétique
TP	Titre professionnel
TSI	Technologie et sciences industrielles
TZR	Titulaire sur zone de remplacement
UE	Union européenne
VG	Voie générale
VP	Voie professionnelle
VT	Voie technologique

Éléments sur les pratiques pédagogiques dans les enseignements menant à des parcours vers des métiers au cœur du numérique

Pour examiner les pratiques pédagogiques, la mission a utilisé les programmes d'enseignement, le retour des questionnaires auprès des inspecteurs territoriaux, les comptes rendus des visites en académie et des entretiens avec les associations de professeurs.

Au niveau pédagogique, l'enseignement de l'informatique présente plusieurs spécificités :

- en tant que discipline scolaire instrumentée, elle se réfère à l'usage de technologies et outils, nécessitant des équipements et des logiciels, mais il existe aussi des pratiques d'informatique débranchée pour développer la pensée informatique avec d'autres instruments (cartes, balles, papier, etc.) ;
- concernant l'enseignement de l'algorithmique, les algorithmes, qui sont des œuvres intellectuelles, ont besoin d'être éprouvés par leur instanciation sous forme de programmes ;
- le recours à la démarche de projet permet à la fois de mettre en œuvre les concepts disciplinaires et de développer des compétences, notamment de travail collaboratif ;
- la pratique de l'essai-erreur permet aux élèves de tester leur solution pour résoudre un problème de manière itérative. Elle nécessite cependant d'analyser l'erreur pour préparer tout nouvel essai.

La mission a choisi d'examiner les pratiques pédagogiques sous les angles suivants :

- les conditions d'enseignement ;
- les activités menées en classe ;
- le cahier de l'élève ;
- l'évaluation ;
- la place des concours.

Enfin, la mission a recueilli pour chaque enseignement la perception des élèves et des professeurs.

L'enseignement de sciences numériques et technologie (SNT)

Les intentions pédagogiques définies dans le programme prévoient que l'enseignement se mène via des activités associées à chaque thème et à la programmation (qui fait l'objet de notions transversales), chaque thème étant traité sur quatre semaines.

Les conditions d'enseignement

Cet enseignement, complètement nouveau, s'est établi juste avant l'apparition du Covid qui a perturbé sa mise en place. La première année, les professeurs qui l'ont pris en charge n'étaient pas toujours volontaires et ne se sentaient pas forcément compétents pour traiter l'ensemble des thèmes ; en effet, ils ont parfois été désignés par nécessité de service. Aussi des pratiques de partage de l'enseignement ont été installées :

- mise en « barrettes » des cours de SNT pour permettre à chaque professeur de prendre en charge un ou deux thèmes avec chaque classe sur l'année ;
- partage de l'enseignement dans une classe entre deux professeurs ;
- co-animation des séances en classe entière d'une heure de travaux pratiques (observée dans un établissement).

Ces pratiques persistent encore dans certains établissements. D'autres y ont renoncé étant donné, d'une part, les contraintes liées à l'établissement des emplois du temps et aux moyens de la DHG et, d'autre part, parce que l'expertise enseignante a évolué.

L'enseignement de SNT, comme tout enseignement d'informatique, nécessite le recours à des équipements informatiques pour tester les solutions proposées par les élèves. Prévu en classe entière à raison d'une heure trente par semaine, les établissements n'ont pas tous fait le choix de groupes allégés pour une pratique sur poste informatique ; notamment les établissements ont eu à arbitrer entre l'offre d'enseignement de spécialité et les dédoublements.

La mission a pu observer les organisations suivantes :

- trois groupes avec deux classes ;
- des cours par quinzaine de manière à bénéficier d'un dédoublement ;
- classe entière une fois par quinzaine et demi-groupe chaque semaine ;
- des cours d'une heure en classe entière et trente minutes en demi-groupe.

Lorsque les cours sont uniquement en classe entière, la pratique s'effectue soit au sein d'une salle informatique permettant d'accueillir l'ensemble de la classe, soit au sein d'une salle banalisée en ayant recours aux équipements personnels des élèves dont ils ont été dotés par le Conseil régional. La pratique en classe entière est difficile en matière de gestion de classe, les enseignants estimant ne pas pouvoir aider tous les élèves qui en ont besoin.

Pour animer leurs cours, les professeurs utilisent peu les ressources disponibles sur le site éducol et reconnaissent qu'il y a profusion de ressources. Ils utilisent plutôt des ressources produites en académie lors de stages de formation ou des sites d'enseignants. Ils s'appuient majoritairement sur des manuels scolaires. Dans certains établissements scolaires, la mission a pu observer que les professeurs mutualisent souvent leurs cours, voire alignent leur progression pédagogique.

Des activités menées en classe très dépendantes du profil de l'enseignant

En début d'année scolaire, la plupart des enseignants utilise les séances de SNT pour une acculturation aux usages des postes informatiques ; pour reprendre les propos d'un professeur, « *les élèves savent utiliser leur téléphone, pas un ordinateur* ».

Concernant la programmation en langage Python, les professeurs doivent initier les élèves au passage de la programmation par blocs vue au collège à la programmation textuelle. La plate-forme Capytale est souvent citée pour les activités de programmation car elle permet d'avoir accès à un environnement de travail via un navigateur (sans installation sur les postes).

Les activités réalisées sur poste informatique portent sur la réalisation de pages web, le pilotage de carte microcontrôleur (plutôt quand le professeur est de la discipline sciences et techniques industrielles) ou encore la programmation en langage Python (plutôt quand le professeur est d'une discipline scientifique).

La pratique d'exposés est assez répandue, notamment sur le thème des réseaux sociaux.

Concernant la pratique de l'informatique débranchée, les professeurs soulignent son intérêt pour expliquer certains concepts (notamment liés au réseau), mais ils soulignent également le besoin de disposer de locaux adaptés pour le déplacement des élèves.

Lors des séances observées par la mission, celle-ci a pu constater la difficulté des professeurs à contextualiser l'enseignement, à expliciter les connaissances à mobiliser pour réaliser l'activité et les capacités à développer. Les activités sur poste informatique font rarement l'objet d'une explicitation des acquis en fin de séance.

Les professeurs donnent peu de travail à la maison, en dehors de travaux de recherche en vue de la séance suivante.

Des cahiers d'élèves qui témoignent de leur faible implication

Les traces que conservent les élèves durant les cours sont peu abondantes. La mission n'a pas observé de prise de notes de la part des élèves. Certains professeurs distribuent des photocopiés avec des éléments à compléter ou des extraits de manuels scolaires, ce qui constitue le cahier de l'élève, quand d'autres demandent de compléter des documents en ligne. Les élèves gardent trace de leurs productions numériques (programmes, pages web) dans leur espace personnel sur l'espace numérique de travail (ENT), quand il est accessible.

Des modalités variées d'évaluation

Les professeurs évaluent des exposés réalisés par les élèves, leur production (généralement des pages web), leurs acquis via des questionnaires à choix multiples (QCM), plus rarement une évaluation écrite à la fin de chaque thème. Peu de devoirs à la maison sont demandés et évalués.

Des professeurs regrettent de devoir mettre une note pour ce type d'enseignement et préféreraient une évaluation par compétences.

Certains ont recours à la validation des compétences numériques via Pix. Cependant, comme le professeur ne peut pas choisir les questions, l'articulation avec les apprentissages n'est pas possible.

Les concours, un outil de motivation

Les concours les plus fréquemment cités sont Castor informatique¹⁰⁸ et Algoréa et, moins couramment, Yes we code et Alkindi. La mission n'a pas pu obtenir des chiffres précis sur le nombre de participants.

Les intérêts à participer aux concours sont multiples :

- donner une vision positive de l'informatique par une approche concrète ;
- développer de l'appétence pour la discipline, favoriser une orientation vers l'enseignement de NSI ;
- travailler la pensée informatique ;
- développer des compétences d'organisation et de coopération, de travail en mode projet ;
- permettre d'accroître la motivation des élèves et de créer de l'émulation ;
- encourager les filles à participer.

Perception de l'enseignement de SNT par les élèves

À l'entrée en seconde, les élèves s'attendent à suivre un cours proche de la technologie au collège, du fait de la présence du mot technologie dans le titre de l'enseignement.

Certains considèrent cet enseignement comme trop théorique, ne laissant pas assez de place à la pratique et beaucoup n'en perçoivent pas l'intérêt, notamment concernant la partie sur l'histoire de l'informatique. Quant à la programmation en Python, tous n'en ont pas fait et, lorsque le professeur de mathématiques est aussi celui qui enseigne SNT, la pratique de Python est confondue entre les deux enseignements.

D'autres voient en SNT un intérêt de culture générale dans le domaine de « l'informatique » grâce à la manipulation de logiciels, à la sensibilisation à la sécurité et la sobriété numériques.

Perception par les enseignants

La perception de cet enseignement par les enseignants est très variable selon leur profil. Ils avouent ne pas traiter tous les thèmes : selon un professeur, « *Je fais ce que je sais faire* ». Certains thèmes font plus facilement l'objet d'un traitement : le Web, les réseaux sociaux. Quant à la pratique de la programmation en Python, elle n'est pas généralisée car elle dépend des compétences des enseignants.

Les professeurs perçoivent dans le programme une dimension culturelle et une dimension technique dont l'articulation est variable selon leurs compétences.

Ils se heurtent à la difficulté d'avoir un public hétérogène quant à son projet d'orientation et son intérêt pour le numérique.

L'organisation du programme en thèmes et leur traitement par activités n'invitent pas facilement les enseignants à faire ressortir l'universalité des concepts.

L'enseignement de numérique et sciences informatiques (NSI)

Concernant les pratiques pédagogiques, le programme insiste sur la mise en activité des élèves, sous des formes variées, selon un rythme annuel construit autour de périodes spécifiques favorisant une alternance entre divers types d'activités. La démarche de projet est explicitée, ainsi que la nature du langage de programmation, à savoir Python version 3 (ou supérieure).

En terminale, le programme précise :

¹⁰⁸ 688 837 élèves ont participé à l'édition 2023 de ce concours qui concerne l'ensemble des niveaux du cours moyen première année (CM1) à la terminale.

« Le professeur s'attachera à contextualiser le plus souvent possible les activités pratiques en s'appuyant sur des thèmes d'actualité et des problématiques du monde numérique et d'ingénierie numérique dans lesquels évoluent les élèves ».

« La culture du numérique et les sciences informatiques s'acquièrent par la pratique. Il convient de placer au maximum l'élève en situation d'activité. L'emploi de démarche de résolution de problèmes est ainsi à privilégier pour mobiliser les différents contenus scientifiques du programme ».

Les conditions d'enseignement

Le programme est généralement pris en charge par un seul enseignant pour une classe. La mission a eu connaissance de pratiques marginales de partage du programme entre plusieurs enseignants.

Les effectifs des groupes d'enseignement de spécialité que la mission a pu observer dépassent rarement une quinzaine d'élèves et les classes où l'effectif dépasse 24 élèves bénéficient d'un dédoublement pour les heures de travaux pratiques.

Pour conduire leurs cours, les professeurs s'appuient sur des ressources nationales (Capytale, Pixees, ressources de préparation au DIU-EIL), une communauté enseignante (via le Gitlab NSI, le site de l'association des enseignants d'informatique de France (AEIF), des sites d'enseignants), mais aussi des productions académiques hébergées dans des espaces collaboratifs (comme des sites Tribu).

Pour conduire les travaux pratiques, plusieurs solutions sont employées :

- des salles informatiques dédiées aux élèves suivant l'enseignement de NSI ;
- des chariots mobiles permettant de confier aux élèves des ordinateurs portables pour la séance ;
- les ordinateurs personnels des élèves dont ils ont été dotés par le Conseil régional.

Les activités menées en classe

Lors de ses observations, la mission a constaté que le traitement du programme suit une approche classique de découverte des concepts et d'applications sur postes informatiques sous forme d'exercices ou de mini-projets. Les ressources (cours, sujets de travaux pratiques, programmes à compléter, corrections des travaux pratiques, etc.) sont mises à disposition des élèves via le réseau de l'établissement, l'ENT, Pronote ou une solution Gitlab.

La mission a remarqué que, souvent, la conduite des travaux pratiques souffre d'une contextualisation insuffisante pour donner du sens aux enseignements, que les aspects méthodologiques ne sont pas explicités et qu'une phase de restitution sur les travaux pratiques menés n'est pas prévue. Les élèves travaillent souvent par essai-erreur sans qu'une analyse des erreurs soit faite avant de réaliser un nouvel essai.

Les professeurs déclarent conduire des projets avec les élèves pour 20 à 30 % du temps scolaire, projets qui se poursuivent hors temps scolaire. Le découpage du projet, sa coordination entre plusieurs élèves et le maintien de l'engagement des élèves nécessitent de la part des enseignants des compétences spécifiques que tous n'ont pas.

Les professeurs indiquent mobiliser des pratiques d'informatique débranchée pour illustrer des algorithmes (tri) ou des concepts (piles et files).

Le cahier de l'élève

La mission a pu observer des traces variées :

- des éléments de cours qui font l'objet d'un tirage papier sous forme d'un document lacunaire que les élèves peuvent compléter ;
- des éléments de cours distribués de manière électronique que les élèves peuvent compléter ;
- plus rarement des prises de notes structurées accompagnées de documents photocopiés.

L'évaluation

Durant le cycle terminal, les professeurs évaluent les acquis des élèves via les travaux pratiques effectués, les projets, des QCM et des devoirs sur table. L'habitude a été prise en classe de première d'évaluer via des

QCM du fait de la nature de l'évaluation en contrôle continu pour les élèves abandonnant la spécialité en fin de première ; les professeurs utilisent pour certains des outils de génération de QCM à partir d'une base de questions¹⁰⁹. En terminale, les devoirs sur table sont souvent des sujets de « bac blanc » basés sur les annales et les professeurs utilisent les exercices de la Banque nationale de sujets (BNS).

L'évaluation des projets nécessite de la part des professeurs une observation en classe du travail réalisé pour laquelle ils ne sont pas toujours à l'aise.

Des concours qui donnent de la visibilité à l'enseignement

Il existe deux concours qui ont été créés spécifiquement pour les élèves suivant l'enseignement de NSI :

- le concours général des lycées pour la discipline NSI organisé par le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse (611 élèves y ont participé en 2022 et 571 en 2023) ;
- les Trophées NSI¹¹⁰ organisés par un consortium d'organisations professionnelles du domaine du numérique visant la promotion et la valorisation des parcours de formation et des métiers relevant du numérique et de l'informatique. Le fait que ce concours soit associé à des entreprises et des universités accroît sa notoriété auprès des professeurs et des élèves. En 2022, 209 projets ont été déposés et validés (93 en première et 116 en terminale) ; en 2023, 262 projets ont été déposés et validés (140 en première et 122 en terminale).

Par ailleurs, les élèves participent à d'autres concours tels que Algoréa, Yes We Code et Castor Informatique.

Outre les intérêts que nous avons déjà mentionnés dans le paragraphe précédent, la participation des élèves à ces concours permet de donner de la visibilité à la spécialité dans les établissements scolaires, notamment auprès des élèves de seconde. Elle permet également de légitimer la pratique de projets collectifs et de valoriser la créativité des élèves.

Perception des élèves de l'enseignement

Concernant le programme, les avis sur les différentes parties sont variables selon les élèves ; les parties sur le Web et les bases de données sont souvent plus appréciées que les parties sur les réseaux ou l'algorithmique. Certains souhaiteraient que d'autres langages que Python puissent être étudiés. Ils apprécient la réalisation de projets.

Concernant les épreuves du baccalauréat, la plupart des élèves trouvent qu'elles sont faciles par rapport aux travaux réalisés durant l'année. Cependant à propos de l'épreuve écrite du baccalauréat, un élève regrette que le choix entre les exercices ait été supprimé : *« ça presse les professeurs et ça les oblige à tout balayer. Du coup on passe vite sur les choses. Ça rend les choses plus difficiles. Avant on pouvait approfondir certains aspects du sujet sans nous mettre en difficulté »* ; un autre estime que *« les énoncés des épreuves pratiques et écrites sont longs et manquent de clarté, c'est un peu décourageant : il faut avoir le courage de tout lire »*.

Perception par les professeurs

Les professeurs rencontrés par la mission sont des professeurs de mathématiques, physique-chimie ou sciences de l'ingénieur.

Ils reconnaissent un décalage entre l'ambition du programme et les sujets des épreuves terminales qu'ils jugent faciles.

Ils apprécient de travailler avec des groupes de taille réduite par rapport à ceux de leur discipline d'origine (surtout pour les professeurs de mathématiques).

En début d'année scolaire de première, ils sont obligés de passer du temps à l'apprentissage de la syntaxe du langage Python. Ils considèrent que le programme de première est très dense et difficile pour les élèves qui ne suivent pas l'enseignement de spécialité mathématiques ; ils notent l'hétérogénéité des élèves qui ont choisi l'enseignement de spécialité NSI pour des raisons différentes (ce qui n'est plus le cas en terminale).

S'ils estiment traiter l'ensemble du programme, certaines parties sont plus approfondies que d'autres en fonction de la discipline d'origine de l'enseignant, d'autant que certains éléments vus en première ne sont

¹⁰⁹ Un exemple de générateur de QCM utilisé se trouve à l'adresse <https://genumsi.inria.fr>

¹¹⁰ <https://trophees-nsi.fr>

pas des prérequis pour traiter le programme de terminale. Plusieurs professeurs ont proposé que certains algorithmes (algorithmes gloutons, algorithme des k plus proches voisins) soient plutôt vus en terminale. D'ailleurs, les professeurs qui suivent leurs élèves sur le cycle terminal aménagent leur progression pédagogique dans ce sens. En terminale, les apprentissages sont souvent guidés par les impératifs des épreuves du baccalauréat.

Certains estiment avoir des difficultés pour conduire et évaluer des travaux pratiques (comment évaluer le code produit ?) ou des projets car cela demande du temps et que ce n'est pas une pratique dans leur discipline d'appartenance. De plus, le fait que les projets ne fassent pas l'objet d'une évaluation au baccalauréat en limite l'intérêt pour certains élèves, même si le projet peut être une base pour préparer le Grand oral.

L'enseignement spécifique systèmes d'information et numérique (SIN) en terminale de la série STI2D

En terminale STI2D, les élèves suivent un enseignement de spécialité « ingénierie, innovation et développement durable (2I2D) » au sein duquel ils peuvent choisir entre plusieurs enseignements spécifiques dont celui de systèmes d'information et numérique¹¹¹ (SIN). Si on se réfère aux indications pédagogiques du programme, des démarches actives sont à privilégier : activités pratiques d'expérimentation, de simulation et d'analyse de produits réels et actuels, conduite de projet ; ainsi, on peut lire :

« En classe terminale, un projet pluri-technologique collaboratif de conception - réalisation, d'amélioration ou d'optimisation d'un produit, d'une durée de 72 heures, implique un travail collectif de synthèse et d'approfondissement avec une mobilisation responsable du numérique. Ainsi la réalisation de « jumeaux numériques » est encouragée. Le projet vient en appui pour le Grand oral.

Afin de favoriser le développement de liens forts entre tous les enseignements, il est nécessaire que tous les professeurs puissent accéder au laboratoire de technologie ».

Les conditions d'enseignement

Dans la majeure partie des académies, huit heures de l'enseignement de spécialité ingénierie, innovation et développement durable sont consacrées à l'enseignement spécifique avec une grande variabilité dans le nombre d'heures à effectif réduit.

L'enseignement de SIN s'effectue dans des salles spécialisées où les élèves disposent des équipements spécifiques (cartes microcontrôleurs) et d'ordinateurs fixes, mais ils peuvent aussi travailler avec leur ordinateur personnel. Lors des visites, la mission n'a pas relevé de difficulté particulière quant à l'utilisation et au financement des équipements. Concernant les logiciels, les professeurs font de plus en plus appel à des solutions en ligne.

Les professeurs utilisent peu les ressources institutionnelles nationales (qui sont d'ailleurs peu nombreuses pour l'enseignement spécifique SIN) ou les manuels scolaires. Des ressources ont été produites dans la moitié des académies pour accompagner la mise en place de cet enseignement. Mais les professeurs utilisent surtout des ressources de sites internet pédagogiques ou de constructeurs de matériels.

Les activités menées en classe

Les professeurs utilisent souvent l'ENT pour mettre à disposition des élèves les documents et les élèves ne disposent généralement que de supports numériques.

Les séances débutent par des consignes ; les élèves ne prennent pas de notes. S'ensuit une mise en pratique sur poste informatique via un support qui guide l'élève dans les activités à mener. Le professeur vient en appui individuel des élèves. Le retour sur les activités pratiques s'effectue via un compte rendu à compléter sur un document, le plus souvent en ligne.

Des exemples d'activités pratiques réalisées en lien avec l'informatique sont :

- câblage d'un bras robotisé ;
- participation à un projet collectif de repérage de fuite d'eau ;

¹¹¹ Voir en annexe 6 une présentation de cet enseignement.

- réalisation d'un site internet pour l'apprentissage des langages HTML et CSS, puis création de contenu pour exposer un thème au choix ;
- création d'un jeu vidéo ;
- création d'un robot aspirateur avec l'affichage de la distance parcourue (projet de fin d'année mobilisant une carte microcontrôleur).

L'évaluation

Les professeurs procèdent à des évaluations écrites et à l'évaluation de travaux avec une restitution orale.

Depuis l'origine du bac STI2D, les élèves suivant l'enseignement SIN réussissent mieux l'épreuve écrite transversale, ce qui se confirme depuis 2022 avec l'épreuve rénovée : la moyenne sur 20 pour les élèves suivant l'enseignement spécifique SIN est supérieure d'environ 2 points. Les compétences réseau qui sont moins bien réussies à l'épreuve écrite pour l'ensemble des élèves de STI2D ne sont pas particulièrement mieux réussies pour les élèves suivant l'enseignement spécifique SIN.

L'épreuve du Grand oral prend appui sur la réalisation d'un projet technologique par l'élève, dans une approche scientifique des phénomènes observés, et technologique des solutions constructives envisagées. Cependant, il s'agit d'un oral de communication qui ne permet pas de valider les compétences expérimentales.

Perception par les élèves

Les élèves choisissent la série STI2D car ils ont un attrait pour les matières scientifiques mais souhaitent un enseignement appliqué. Le choix de l'enseignement spécifique SIN en terminale est justifié par un intérêt pour l'informatique, qu'ils ont concrétisé lors d'un stage de troisième pour certains voire par des travaux menés en première STI2D.

Ils apprécient cet enseignement par le fait qu'il lie théorie et pratique et qu'il permet la conduite de projets, quoique certains craignent que le fait d'avoir beaucoup de travaux pratiques nuise à la préparation de l'épreuve de spécialité. Ils soulignent qu'ils souhaiteraient un meilleur équilibre entre l'électronique et l'informatique, au profit de l'informatique. Le fait que les épreuves de spécialité se déroulent en mars¹¹² leur donne l'impression de survoler le programme. Ils soulignent enfin la difficulté d'articuler le tronc commun de l'enseignement de spécialité avec l'enseignement spécifique SIN.

Perception par les professeurs

Les enseignants notent que la pratique pédagogique consistant à aborder les notions à travers la pratique est efficace, tout comme la conduite de projets, et en même temps soulignent la difficulté des élèves à formaliser. Ils regrettent que le projet ait perdu de son importance et ne soit plus soumis à validation, ce qui permettait un échange riche entre pairs.

L'enseignement spécifique systèmes d'information de gestion (SIG) en terminale de la série STMG

En terminale STMG, l'enseignement spécifique SIG¹¹³ est choisi au sein de l'enseignement de spécialité « management, sciences de gestion et numérique » qui contient aussi une partie commune.

Les indications de mise en œuvre dans le programme précisent :

« L'enseignement mobilise des situations de gestion réelles ou simulées, éventuellement simplifiées pour des raisons didactiques et pédagogiques. La découverte du système d'information et des conditions de ses apports à l'organisation s'accompagne d'expérimentations dans divers environnements numériques (espace numérique de travail, progiciel de gestion intégré, environnement de développement d'applications ou encore tableur). Il s'agit d'identifier les fondements scientifiques mis en œuvre, de les éprouver ou de les illustrer par la pratique, d'en mesurer les potentialités, les effets et les limites. Le

¹¹² À la date des auditions menées par la mission.

¹¹³ Voir en annexe 6 une présentation de cet enseignement.

recours au projet permet une mobilisation et une responsabilisation accrues des élèves ainsi que l'ouverture vers les autres enseignements ».

Les conditions d'enseignement

Conformément aux recommandations, le volume horaire hebdomadaire moyen assigné à cet enseignement est de quatre heures (quatre heures et demi dans l'académie de Grenoble) et le groupe est en moyenne de 14 élèves.

L'enseignement se pratique en salle informatique, ce qui est rendu possible par les effectifs de groupe d'élèves ayant choisi cet enseignement spécifique. Les moyens informatiques alloués semblent généralement satisfaisants, d'autant que cet enseignement spécifique est souvent proposé dans des établissements offrant également une STS services informatiques aux organisations, ce qui permet de partager les équipements.

Les ressources nationales publiées sur le site éducol sont utilisées de manière occasionnelle ou très occasionnelle dans 23 académies. Celles des réseaux nationaux de ressources sont aussi peu utilisées (de manière occasionnelle ou très occasionnelle dans 19 académies) ; les ressources utilisées sont celles du réseau des ressources national Certa¹¹⁴. Les ressources proposées par le groupe Viaéduc STMG sont utilisées de manière occasionnelle ou très occasionnelle dans 23 académies. Celles de Canopé sont soit jamais utilisées, soit de manière occasionnelle ou très occasionnelle.

Seules deux académies déclarent produire des ressources pour cet enseignement.

L'utilisation de manuels scolaires est majoritaire dans les académies (18 académies), malgré la faible offre sur le marché.

Les professeurs construisent aussi leurs propres ressources en réalisant une veille informationnelle, en utilisant le site du Certa ou les listes de diffusion spécialisées, en adaptant des ressources de la précédente réforme ou de BTS SIO, en faisant référence à des sites tels que Lumni, Youtube, CNIL, ANSSI, Developpez.com ou d'autres sites professionnels (MOOC SI, Cisco Networking Academy).

Les activités menées en classe

Les mises en situation servent à la découverte des concepts et à leur mise en application via la manipulation de code en HTML, CSS et PHP. Mais dans les observations menées, la mission a pu observer des pratiques diversement efficaces. Dans certains cas, elle a pu constater un manque d'explicitation du sens dans les activités menées et un cadrage insuffisant voire un manque de rigueur de la part du professeur.

Le cahier de l'élève

Les élèves disposent souvent d'un support papier contenant les notions et les activités à mener avec parfois des zones à compléter. Le rangement des documents, leur articulation avec les éléments numériques laissent quelquefois à désirer.

L'évaluation

L'enseignement spécifique SIG ne faisant pas partie de l'évaluation lors de l'épreuve écrite de l'enseignement de spécialité, les professeurs se sentent très libres dans les modalités d'évaluation.

Cet enseignement est mobilisé pour la préparation du Grand oral à travers la conduite de projets par les élèves. Dans 21 académies, les projets permettant aux élèves de préparer le Grand oral sont principalement basés sur l'enseignement spécifique. Dans 18 académies, le projet donne lieu à une réalisation numérique (site web, programme, etc.), réalisé en groupe. L'organisation des groupes est variable :

- le groupe est de 2 à 3 élèves et peut mêler des élèves qui suivent des enseignements spécifiques différents ou non. Des projets sont parfois individuels en raison du choix des problématiques liées au projet car ces dernières sont fonction des goûts des élèves et de leur choix d'orientation ;
- le travail est réalisé dans et hors la classe avec un calendrier partagé (comme c'est le cas dans l'académie de Reims).

¹¹⁴ <https://www.reseaucerta.org>

Certains professeurs reconnaissent des difficultés à lier le projet aux questions du Grand oral.

La conduite de projets mêlant des élèves d'enseignements spécifiques différents « *permet aux élèves d'avoir une vision plus globale de l'organisation, mais aussi, de mieux réfléchir à leur parcours en termes de choix d'orientation et ainsi in fine à la troisième partie du Grand oral* ». (Académie de Corse), de « *réaliser ensemble la caractérisation de l'organisation qui leur paraît à la fois accessible et propice aux attendus de l'épreuve du Grand oral. La recherche documentaire et le questionnaire terrain sont réalisés individuellement selon les problématiques choisies par chacun des élèves* » (Nouvelle-Calédonie).

Perception par les élèves

Les élèves apprécient surtout la partie du programme sur les bases de données ou la réalisation de sites web.

Perception par les professeurs

Les professeurs notent la difficulté à motiver les élèves qui n'ont pas choisi cet enseignement de spécialité, d'autant qu'ils n'ont parfois pas choisi la série STMG. En revanche, les rares élèves qui souhaitent suivre cet enseignement et viennent d'un autre établissement font preuve de plus de motivation.

Les professeurs estiment que le programme est très dense et ne leur permet d'approfondir les aspects techniques, mais le fait qu'il ne soit pas évalué lors de l'épreuve de spécialité leur permet de sélectionner les contenus les mieux adaptés au projet des élèves. Lors des activités de programmation, les élèves se heurtent à l'apprentissage de la syntaxe des langages, notamment le SQL.

Le choix des mises en situation nécessite de la part des professeurs de trouver un contexte cohérent pour avoir suffisamment d'aspect technique ; de ce fait, ils privilégient les situations réelles pour éviter des situations avec des angles morts ou des situations manquant de réalisme, avec la nécessité d'un travail de didactisation.

La préparation au baccalauréat professionnel systèmes numériques (bac pro SN) option C réseaux informatiques et systèmes communicants

Au sein du baccalauréat professionnel systèmes numériques, l'option C¹¹⁵ couvre les systèmes du domaine de la mise en réseau de terminaux et des télécommunications, ainsi que celui de l'électronique industrielle et embarquée. Les enseignements professionnels de cette option s'organisent autour de travaux pratiques centrés sur des situations concrètes relevant des domaines précédents. Diverses activités représentatives du cœur du métier sont effectuées : raccorder, tester, qualifier, communiquer ; analyser, installer et mettre en service un système numérique ; établir un diagnostic et effectuer la maintenance d'un système numérique installé.

Le référentiel de ce diplôme professionnel ne comporte pas de recommandations pédagogiques.

Les conditions d'enseignement

Les cours sont dispensés en classe entière ou en groupe, en fonction des effectifs mais surtout du nombre de postes de travail disponibles dans la salle.

Les enseignants utilisent peu les ressources institutionnelles qui sont très limitées pour cette formation ; il en est de même pour les manuels scolaires. Certaines académies ont développé des espaces collaboratifs (via Tribu ou M@gistere) pour la production et le partage de ressources. Mais les professeurs utilisent surtout des ressources de sites internet pédagogiques (par exemple réseau bac pro SN Bretagne¹¹⁶) ou de constructeurs de matériels.

Les activités menées en classe

Les activités pratiques sont construites autour de situations professionnelles. Les élèves disposent de consignes souvent en format numérique (via l'ENT par exemple) et suivent pas à pas les tâches à réaliser tout en complétant un document pour présenter les résultats obtenus. La mission n'a pas observé de phase de consolidation suite aux travaux pratiques.

¹¹⁵ Voir en annexe 8 une présentation de cet enseignement.

¹¹⁶ <https://sn-bretagne.net>

La mission a pu voir des documents très explicites sur les compétences visées et les indicateurs de réussite, ce qui facilite le travail de l'enseignant dans l'évaluation du niveau d'acquisition des compétences.

L'évaluation

Les professeurs développent des outils pour évaluer les compétences des élèves durant les travaux pratiques. Pour le suivi d'acquisition des compétences, certaines équipes utilisent le logiciel Cpro¹¹⁷ de Canopé.

Concernant le chef d'œuvre, le choix est donné aux élèves qui souvent s'orientent vers la programmation voire le développement de sites web, ce qui n'est pas toujours en alignement avec les compétences du référentiel.

Perception par les élèves

Tous les élèves que la mission a pu interroger souhaitent poursuivre leurs études, très majoritairement en STS par apprentissage.

Pour s'orienter vers ce baccalauréat, les élèves ont suivi des démarches variées : stage de troisième dans une entreprise d'informatique qui a généré des recherches sur ce baccalauréat, recherche sur Internet notamment grâce au site de l'Onisep, participation à des journées Portes ouvertes, visite de la conseillère d'orientation. Le choix de ce baccalauréat est motivé par le souhait de travailler dans le domaine de l'informatique.

Les élèves apprécient la formation pratique avec des appétences variées sur les domaines des réseaux, de l'électronique ou de la programmation. Ils apprécient aussi de pouvoir passer des certifications professionnelles (Cisco, Microsoft) et estiment que c'est un plus pour rechercher un emploi ou une poursuite d'études par apprentissage.

Les périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) sont aussi appréciées malgré les difficultés à trouver un lieu d'accueil. Les activités sont très variables notamment en fonction de la taille de l'entreprise d'accueil. Parfois, certaines activités réalisées en PFMP n'ont rien à voir avec la formation. Des exemples d'activités réalisées en PFMP sont :

- « remasterisation » de postes ;
- câblage ;
- dépannage ;
- clonage de PC ;
- dépannage de PC ;
- conseil de client, vente ;
- installation réseau ;
- gestion de matériel ;
- service après-vente.

De manière générale, les élèves trouvent que ce qui est appris au lycée est utile pour les PFMP.

Perception par les enseignants

Les professeurs estiment que le programme est ambitieux : « *On survole beaucoup les compétences, c'est très difficile de balayer tous les champs du référentiel et on a du mal à approfondir les savoirs* ». Pour les parties conceptuelles que les élèves ont du mal à appréhender, les professeurs utilisent des vidéos.

Ils constatent les difficultés de placement en PFMP des élèves, notamment dans le domaine des réseaux.

¹¹⁷ <https://www.reseau-canope.fr/cpro-education.html>

La mention complémentaire services numériques aux organisations (SNO)

La formation¹¹⁸ a démarré à la rentrée 2021 et n'est pas proposée dans toutes les académies, 23 sections étant ouvertes à la rentrée 2023.

La mission a conduit une enquête¹¹⁹ auprès des enseignants intervenant dans la préparation à la mention complémentaire et a été amenée à réaliser des observations en classe.

Les élèves accueillis dans la formation

Lors des observations menées en classe, la mission a pu constater la faiblesse des effectifs d'élèves : entre 3 et 8 (7 étant la moyenne des effectifs par section aux rentrées 2022 et 2023).

Les enseignants

Le nombre d'enseignants prenant en charge la préparation à la mention complémentaire varie entre 8 (une seule occurrence) et 3. Ce sont très majoritairement des professeurs de lycée professionnel (PLP) d'économie et gestion.

Pour préparer leurs cours, les professeurs ne disposent pas de ressources spécifiques à la mention complémentaire outre le guide d'accompagnement diffusé au moment de la création du diplôme. Ils utilisent des ressources développées pour d'autres formations de la voie professionnelle, celles du BTS services informatiques aux organisations, de la série STMG ou encore des sites professionnels (ANSSI, CNIL, etc.).

La mission a pu constater la difficulté des enseignants à s'approprier l'ensemble des attendus du référentiel, notamment en matière de démarche méthodologique à apporter aux élèves.

L'organisation de la formation

Le guide d'accompagnement pédagogique propose des scénarios d'organisation de la formation.

Dans les établissements ayant répondu à l'enquête, on trouve des organisations variées :

- 2 jours au lycée et 3 jours en PFMP (une section) ;
- 3 jours lycée, 2 jours en PFMP (cinq sections) ;
- 4 jours au lycée (trois sections). Une section déclare que le vendredi les élèves sont en télétravail : « *des activités sont demandées, à charge pour l'élève d'organiser sa journée dans le respect de l'échéance* » ;
- 5 jours (deux sections).

L'organisation des heures de travail en autonomie au lycée est variable et dépend de la disponibilité de salles :

- les heures sont programmées le mercredi après-midi (trois sections) ;
- autonomie en fin de journée ou sur une demi-journée ;
- heures d'autonomie intercalées entre les heures de cours (plages d'1 à 2 h) : « *Cette gestion permet de maintenir une certaine dynamique de travail* » (une section) ;
- une section déclare ne pas avoir programmé de plages de travail en autonomie.

Dans un établissement, le professeur principal ouvre la salle et est présent pour accompagner les élèves dans leurs travaux si besoin.

Concernant des périodes de formation en milieu professionnel (PFMP), la plupart des établissements ont prévu deux périodes de 6 semaines, une par semestre.

Deux établissements ont proposé un étalement des PFMP sur l'année, à raison de deux ou trois jours par semaine. Un établissement propose en plus une période de trois semaines. À noter qu'un établissement

¹¹⁸ Voir en annexe 8 une présentation de cet enseignement.

¹¹⁹ Cette enquête a été proposée entre le 22 juin et le 7 juillet 2023 aux membres du groupe Viaéduc de la mention complémentaire SNO (85 membres) et relayée via les listes de diffusion des inspecteurs d'économie et gestion. 11 établissements ont répondu à l'enquête sur les 23 offrant la formation.

ayant proposé en 2021-2022 un stage « filé » y a renoncé en 2022-2023 au vu de la difficulté de trouver des organisations acceptant d'accueillir les jeunes deux jours par semaine.

Un établissement propose quatre périodes de trois semaines.

Les lieux de PFMP sont plutôt des entreprises du secteur du numérique, des TPE ou PME mais aussi des collectivités ou administrations, plus rarement des associations.

Les activités menées avec les élèves

La formation permet de mobiliser divers équipements et environnements numériques dans le contexte professionnel des services aux organisations (équipements informatiques connectés en réseau, logiciels généralistes et spécialisés, etc.). Par exemple, le développement de sites web, la gestion de solutions numériques « métier » ou collaboratives ou encore la mise en place de procédures de sécurité numérique sont abordés et mobilisent des savoirs informatiques pour une mise en œuvre pratique : protocoles, modèles client-serveur, langages, base de données relationnelle, droits d'accès, traitement d'informations chiffrées, etc.

Les observations menées en classe par la mission n'ont pas permis de s'assurer que la totalité du référentiel est traitée. Notamment la mission n'a pas relevé de trace de travaux relevant du pôle 2 « Participation à la gestion des services logiciels ». Les activités du pôle 1 « Contribution à la présence en ligne de l'organisation » sont privilégiées avec notamment la mobilisation de système de gestion de contenu pour la création de sites web. Concernant le pôle 3 « Accompagnement des utilisateurs aux usages du numérique », la sensibilisation des utilisateurs à la sécurité informatique et à la protection des données à caractère personnel donne lieu à des recherches personnelles des élèves.

Les traces des élèves sont très majoritairement numériques, le support papier étant rarement mobilisé.

L'évaluation

L'évaluation des acquis des élèves s'effectue sur la base de travaux rendus (travaux pratiques, activités liées aux mises en situation, exposés), mais aussi via des entretiens d'explicitation en lien avec le portfolio numérique de chaque élève.

Huit sections déclarent utiliser Pix pour l'évaluation des compétences numériques des élèves.

Concernant l'évaluation certificative, pour les élèves en formation initiale, l'évaluation s'effectue entièrement en contrôle en cours de formation (CCF) et la mission n'a pas pu observer les modalités d'évaluation car la période des visites ne s'y prêtait pas.

L'enquête menée auprès des enseignants montre que certaines sections ne sont pas équipées des logiciels indispensables pour développer les compétences des blocs du référentiel de la mention complémentaire.

L'intervention de professionnels du secteur du numérique

Les établissements font intervenir des partenaires dans la formation : spécialistes en développement web, en cybersécurité, responsable des ressources humaines ou encore étudiants en STS.

Les interventions sont variées, elles permettent d'apporter des connaissances, de faire partager des expériences, de faire connaître les métiers, de donner des conseils.

Dans un établissement, les élèves ont participé à un webinaire avec plusieurs intervenants professionnels sur la découverte des métiers de webdesigner, les métiers de la cybersécurité. Dans un autre, un professionnel du secteur d'activité prend en charge une partie de la formation chaque semaine.

De plus, les tuteurs des stagiaires ont un rôle dans la présentation de leurs activités et le partage de connaissances ; ils interviennent également dans l'évaluation des PFMP.

Enfin, des professionnels du secteur d'activité interviennent dans les épreuves de certification.

Appréciation sur le contenu de la formation

Les élèves apprécient particulièrement les activités du pôle 1 « Contribution à la présence en ligne de l'organisation », mais il est difficile de leur faire acquérir le langage technique et de les engager dans la veille technologique.

Les activités sont jugées valorisantes, enrichissantes et passionnantes : « *Les élèves se sont sentis valorisés car leurs compétences étaient très sollicitées par les tuteurs. Ils se retrouvent souvent dans le rôle de tuteur d'ailleurs, d'où l'importance de bien choisir l'entreprise* ».

Les heures d'autonomie sont appréciées (continuité des activités, collaboration, entraide), la limite étant que les élèves puissent rester concentrés dans le travail. Cette liberté s'avère parfois difficile à gérer pour certains d'entre eux. Il est difficile de motiver les élèves pour le travail à la maison.

Les points forts de la formation

En matière pédagogique, les répondants mettent en avant :

- la taille des sections permet d'individualiser les apprentissages ;
- la souplesse possible dans l'organisation des apprentissages ;
- les travaux en mode projet, les périodes assez longues de PFMP favorisent l'acquisition des compétences.

Les points faibles de la formation

Le caractère généraliste de la formation est considéré à la fois comme une force et comme une faiblesse. Il empêche d'approfondir la technicité liée à certains points du référentiel. C'est aussi le temps de formation qui est jugé trop court pour faire acquérir les compétences aux élèves.

Éléments statistiques sur les combinaisons des enseignements de spécialité intégrant NSI

Tableau 10 – Le caractère scientifique des combinaisons des enseignements de spécialité intégrant NSI à la rentrée 2023

Nombre de spécialités scientifiques combinées avec NSI ¹²⁰	Première				Terminale			
	Nombre de triplettes	Nombre d'élèves	Part des élèves ayant choisi NSI	Part sur le niveau	Nombre de doublettes	Nombre d'élèves	Part des élèves ayant choisi NSI	Part sur le niveau
0	41	4 431	11,4 %	1,2 %	13	3 830	21,8 %	1 %
1	42	10 205	26,2 %	2,7 %	4	13 782	78,2 %	3,6 %
2	6	24 321	62,4 %	6,3 %	-	-	-	-

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, il y avait en première 41 combinaisons de spécialités différentes comportant NSI sans aucune autre spécialité scientifique. Cela concernait 4 431 élèves, soit 11,4 % des élèves ayant choisi cette spécialité en première et 1,2 % des élèves de première générale.

Source : mission à partir de DEPP NI 24.06

Tableau 11 – Les combinaisons intégrant NSI les plus choisies à la rentrée 2023

	Rang de choix	Effectif	Part des élèves ayant choisi NSI	Part des élèves sur le niveau
Triplette M-NSI-PC en première	4	20 342	52,2 %	5,3 %
Doublette M-NSI en terminale	9	12 326	70,0 %	3,2 %

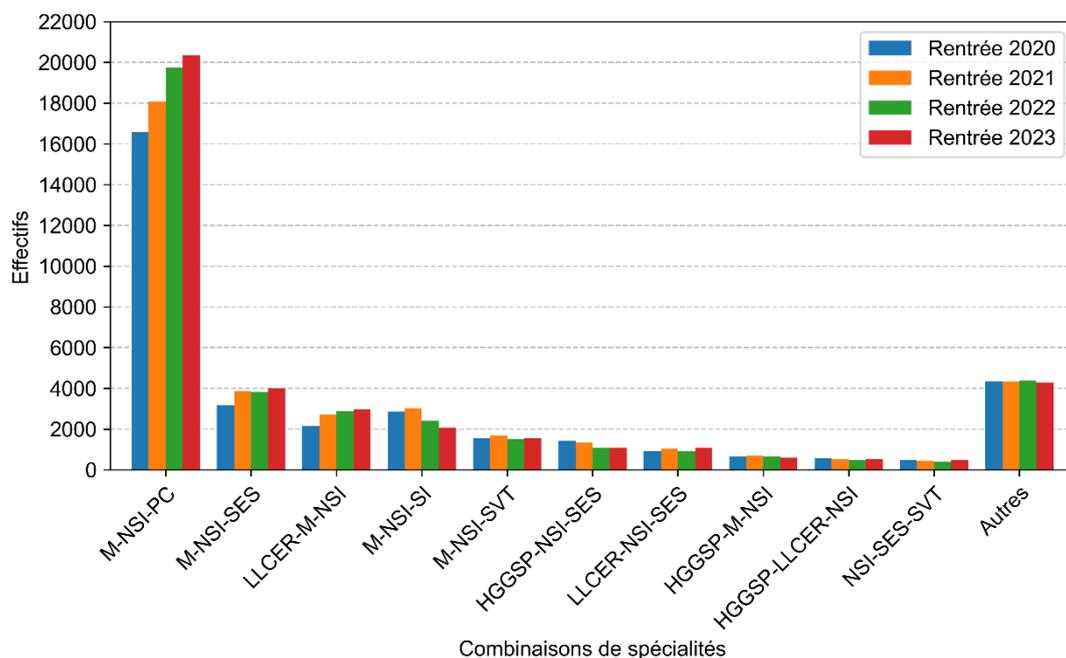
Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, la triplette intégrant NSI la plus choisie en première était M-NSI-PC. Elle se plaçait au quatrième rang des choix de combinaison des élèves. Elle concernait 20 342 élèves, soit 52,2 % de ceux ayant choisi NSI et 5,3 % des élèves de première générale.

Source : mission à partir de DEPP NI 24.06

¹²⁰ Les enseignements de spécialité scientifiques autres que NSI considérés dans le champ sont les suivants : mathématiques, physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, sciences de l'ingénieur.

Figure 8 – Les dix triplettes de spécialités de première intégrant NSI les plus choisies à la rentrée 2023 et leurs effectifs antérieurs

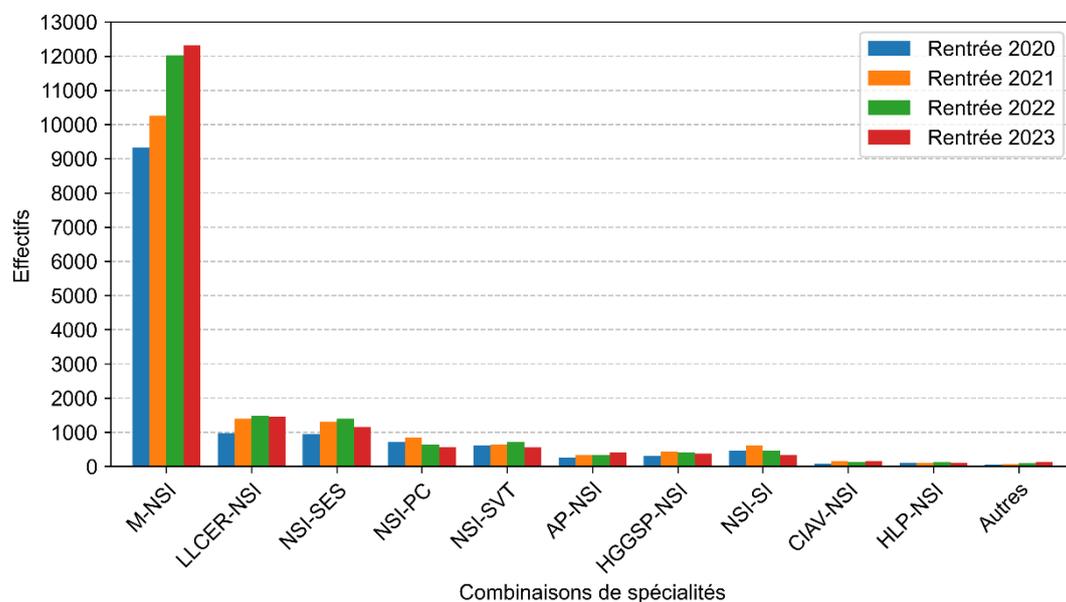


Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : La triplette M-NSI-PC comptait respectivement 16 568, 18 071, 19 743 et 20 342 élèves aux rentrées 2020, 2021, 2022 et 2023. L'étiquette « Autres » regroupe le reste des triplettes moins choisies intégrant NSI.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Figure 9 – Les dix doublettes de spécialités de terminale intégrant NSI les plus choisies à la rentrée 2023 et leurs effectifs antérieurs



Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : La doublette M-NSI comptait respectivement 9 321, 10 267, 12 023 et 12 326 élèves aux rentrées 2020, 2021, 2022 et 2023. L'étiquette « Autres » regroupe le reste des doublettes moins choisies intégrant NSI.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Description des programmes des enseignements spécifiques SIG de la série STMG et SIN de la série STI2D de la voie technologique

Un enseignement spécifique SIG ancré dans le domaine des systèmes d'information des organisations

L'enseignement spécifique SIG, au sein de l'enseignement de spécialité management, sciences de gestion et numérique (MSGN), aborde des problématiques et des pratiques actuelles dans le domaine des systèmes d'information des organisations¹²¹ en mobilisant des situations de gestion réelles ou simulées, didactisées, en prolongement de ce qui est traité dans la partie commune du programme de MSGN. Son programme précise :

« En apportant une culture technologique centrée sur les aspects fondamentaux des technologies de l'information et de la communication (bases technologiques, logiques informatiques, évolutions des usages), cet enseignement contribue à consolider les savoirs pratiques et souvent intuitifs que manifestent les élèves dans leurs usages du numérique. La diversité des points de vue qu'il développe sur les différents domaines de la gestion renforce la culture numérique des élèves et leur culture généraliste en économie et gestion.

Ces acquis permettent d'envisager des poursuites d'études diversifiées après l'obtention du baccalauréat, la maîtrise des aspects fondamentaux des bases de données, l'initiation à la programmation et l'approche des réseaux étant plus particulièrement valorisées dans des poursuites d'études orientées vers les méthodes informatiques appliquées à la gestion ».

Le programme est structuré en quatre thèmes : organisation et numérisation ; management du système d'information et performance ; information, action et décision ; système d'information et échange. Les notions développées dans ces thèmes ne relèvent pas exclusivement des domaines scientifiques et techniques de l'informatique puisque le management des systèmes d'information constitue une partie du programme, mais trois de ces thèmes en comportent :

- organisation et numérisation : système informatique (matériel, logiciel, infrastructure de communication) ; sécurité du système d'information (finalités, démarche de sécurisation, outils et solutions) ; protection des données et règlement général sur la protection des données (RGPD) ; cybersécurité ;
- information, action et décision : bases de données ; modèle relationnel (attribut, domaine, relation, clé, schéma relationnel, dépendance, fonctionnelle, contrainte de clé, contrainte d'intégrité de domaine, contrainte d'intégrité référentielle) ; langage de requêtes (opérateurs logiques, opérateurs relationnels, regroupement et fonctions associées) ; nouvelles bases de stockage (données massives, lacs de données) ; traces numériques ; objets d'un traitement informatique (constantes, variables, paramètres) ; opérations associées, types scalaires, type chaîne de caractères, tableaux, listes ; logique d'un traitement informatique (algorithme, opérateurs arithmétiques et logiques, séquences, instructions conditionnelles, répétitions, fonctions, formules) ; interface de programmation applicative (API) ; algorithme, langage, programme ; tests et mise au point ; intelligence artificielle (impact sur l'évolution des algorithmes) ;
- système d'information et échange : langage de définition de documents ; langage de balisage ; normalisation des échanges (protocoles, services, codage des données, supports de transmission) ; chaîne de blocs ou *blockchain* ; architecture de réseau (topologie, interconnexion, sécurisation) ; adressage d'une ressource ; accès à une ressource ; informatique en nuage ou *cloud computing* (services, intégration dans l'architecture réseau).

La mise en œuvre contextualisée par projet est précisée par le programme : « *Le recours au projet permet une mobilisation et une responsabilisation accrues des élèves ainsi que l'ouverture vers les autres*

¹²¹ Entreprises, organismes publics ou associations.

enseignements » ; « Cet enseignement spécifique est propice à la conduite de projets alliant une réalisation technique à un besoin d'évolution d'un système d'information ».

Un enseignement spécifique SIN ancré dans le domaine de la conception de produits communicants

Le programme de l'enseignement de spécialité ingénierie, innovation, et développement durable (2I2D) propose divers thèmes qui sont l'occasion de répondre à une problématique au travers de l'enseignement commun – avec l'apport de connaissances communes par des études de produits, de dossiers et par des expérimentations – et de chaque enseignement spécifique – avec l'acquisition de connaissances propres à chacun d'eux et l'analyse de solutions constructives.

Au sein de l'enseignement de spécialité 2I2D, l'enseignement spécifique SIN explore la façon dont le traitement numérique de l'information permet le pilotage des produits et l'optimisation de leurs usages et de leurs performances environnementales. Il apporte de façon contextualisée les compétences nécessaires pour développer des solutions intégrées, matérielles et logicielles, utiles à la conception de produits communicants. Celles en relation avec l'informatique listées dans le programme pour cet enseignement spécifique sont les suivantes :

- concevoir :
 - proposer/choisir l'architecture d'une solution logicielle et matérielle au regard de la définition d'un produit,
 - rechercher et écrire l'algorithme de fonctionnement puis programmer la réponse logicielle relative au traitement d'une problématique posée.
- interpréter les résultats d'une simulation et conclure sur la performance de la solution : simulation d'un comportement informationnel faisant intervenir un ou plusieurs constituants matériels et/ou traitements logiciels simples d'une chaîne d'information ;
- expérimenter :
 - des moyens matériels d'acquisition, de traitement, de stockage et de restitution de l'information pour aider à la conception d'une chaîne d'information,
 - des architectures matérielles et logicielles en réponse à une problématique posée.

Les connaissances spécifiques apportées par l'enseignement SIN plus particulièrement en relation avec les approches scientifique et technique de l'informatique se répartissent sur plusieurs sous-parties :

- codage et traitement de l'information : encodage de l'information (binaire, hexadécimal, ASCII) ; algorithmique ; traitement numérique ; compression de données ;
- transmission de l'information : typologie des transmissions ; architecture d'un réseau informatique (modèle en couches des réseaux, protocoles et encapsulation de données, adresses physique et logique) ; architecture client/serveur (serveurs Web, DHCP et DNS) ;
- structure d'une application logicielle : organisation structurelle d'une application logicielle (programme principal, interfaces, entrées-sorties, sous programmes, procédures, fonctions) ;
- description et simulation comportementale de l'information : diagramme de séquence ; diagramme d'état, diagramme d'activité (simulation événementielle, simulation algorithmique) ;
- inter-opérabilité des produits : typologie des communications ; liaisons séries (protocoles de communication, sens du flux de données, débit et rapidité de transmission) ; configuration d'un réseau (routage de l'information, adressages statique et dynamique) ; communication au sein d'un réseau (trames TCP/IP et UDP, sockets, protocoles FTP et http) ; systèmes temps-réel ;
- choix des constituants : choix de solutions logicielles, d'une unité de traitement et des interfaces ;
- conception informationnelle des produits : structures de programmation ; fonctions logicielles ; méthodes et propriétés utiles en lien avec les bibliothèques logicielles choisies ; types de variables ; diagrammes de description ; codage dans un langage spécifique (Python, C++, HTML/CSS, PHP) ; règles d'écriture (organisation du code, commentaires, documentation, etc.) ; mise au point (débogage, intégration et fusion de différents programmes en un programme unique) ;

- composants programmables : cartes électroniques à microcontrôleur ; nano ordinateurs ; objets connectés ;
- composants de transmission de l'information : constituants d'un réseau (commutateurs, routeurs et tout type de serveur) ; caractéristiques des bus de communication (bus KNX, EnOcean, CAN, I²C voire SPI, etc.) ; composants émetteurs et récepteurs pour la transmission sans fil (WiFi, Bluetooth, RF, etc.) ;
- moyens de prototypage rapide : virtualisation de solutions logicielles.

Comme précisé par le programme, la place du projet dans la formation – avec la démarche de projet – est importante : « *Le projet est le pivot des enseignements spécifiques du programme ; il requiert un développement pluri-technologique mené de manière collaborative* » ; c'est « *un élément essentiel aux démarches d'investigation et de résolution de problème* ».

**Éléments statistiques sur les terminales technologiques STMG et STI2D
selon les enseignements choisis**

**Tableau 12 – Effectifs et nombre d'établissements concernés relatifs aux terminales STMG et STI2D
aux rentrées 2019 (avant réforme), 2020 (suite à la réforme) et 2023**

		Rentrée 2019		Rentrée 2020		Rentrée 2023	
		Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établis- sements	Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établis- sements	Nombre d'élèves [Part]	Nombre d'établis- sements
S T M G	GF	18 056 [23,5 %]	1 029	16 208 [21,9 %]	1 018	19 621 [23,3 %]	1 031
	Merca	34 107 [44,3 %]	1 154	34 757 [47,0 %]	1 164	40 953 [48,7 %]	1 204
	RHC	22 527 [29,3 %]	914	21 215 [28,7 %]	917	21 642 [25,8 %]	954
	SIG	2 250 [2,9 %]	178	1 762 [2,4 %]	158	1 873 [2,2 %]	137
	Total	76 940	1 295	73 942	1 296	84 089	1 331
S T I 2 D	AC	4 890 [14,2 %]	242	4 921 [16,9 %]	245	4 945 [16,9 %]	256
	EE	6 856 [19,9 %]	454	5 410 [18,6 %]	430	5 603 [19,2 %]	416
	ITEC	10 899 [31,6 %]	451	9 343 [32,1 %]	462	9 176 [31,5 %]	488
	SIN	11 852 [34,3 %]	463	9 388 [32,3 %]	486	9 450 [32,4 %]	518
	Total	34 497	631	29 062	632	29 174	636

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2020, 1 762 élèves suivaient l'enseignement SIG en terminale STMG, ce qui représente 2,4 % des élèves concernés par ce choix ; cet enseignement concernait les élèves de 158 établissements différents. L'année 2019 correspond aux enseignements homonymes proposés avant la réforme de la voie technologique.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

**Éléments descriptifs des contenus techniques numériques
du bac pro systèmes numériques option C
et de la mention complémentaire services numériques aux organisations**

Le bac pro systèmes numériques option C

Le référentiel du bac pro SN indique que

« Le/la titulaire du baccalauréat professionnel SYSTÈMES NUMÉRIQUES (SN) est un(e) technicien(ne) capable d'intervenir sur les équipements et les installations exploités et organisés sous forme de systèmes interconnectés, communicants et convergents, de technologie numérique, des secteurs grands publics, professionnels et industriels. Il/elle intervient sur le réseau d'énergie dans la limite de ses compétences et participe au service client en complémentarité des services commerciaux ».

Son option C réseaux informatiques et systèmes communicants (RISC) intègre de façon significative des contenus relevant de la culture technique informatique avec une mise en œuvre concrète sur des dispositifs professionnels :

- équipements de distribution et d'interconnexion : équipements filaires, optiques, sans fil ; bus standards ;
- équipements actifs de commutation : protocoles de communication ; routeurs ; commutateurs (circuits et paquets) ; concentrateurs ; unités de supervision, d'administration et de contrôle, passerelles ; éléments de sécurité ;
- équipements de communication : serveurs ; postes de travail ; unités de supervision, d'administration et de contrôle ; éléments de sécurité ; protocoles de communication ; écrans de visualisation ;
- équipements d'accès voix données images (VDI) : systèmes VDI ; modems-routeurs ; systèmes de communication et de navigation ; unités de supervision, d'administration et de contrôle ;
- équipements communicants : terminaux numériques ; systèmes et objets connectés ; applications terminales (process) ; supports de communication (bus standards, protocoles, systèmes sans fils) ;
- équipements hauts débits (multimédia) : décodeurs numériques ; codeurs numériques ;
- équipements de commande et de contrôle ;
- réseaux : types de réseaux ; hébergement ; fonctions (transmission, aiguillage, adressage, etc.) ; applications ; protocoles ;
- logiciels : systèmes d'exploitation ; pilotes des périphériques ; applications et services ; langage de programmation (algorithmique, langage compilé) ;
- etc.

Diverses activités représentatives du cœur des métiers de débouché sont traitées : raccorder, tester, qualifier, communiquer ; analyser, installer et mettre en service un système numérique ; établir un diagnostic et effectuer la maintenance d'un système numérique installé.

La mention complémentaire services numériques aux organisations

La mention complémentaire SNO « répond aux besoins identifiés notamment pour les fonctions de techniciens(nes) généralistes du numérique, de développeurs(ses)-intégré(e)s de proximité, d'accompagnateurs(trices) à la mise en œuvre efficace et sécurisée du système d'information » comme le précise son référentiel, en particulier pour les petites et moyennes structures.

Les compétences du référentiel sont organisées en trois blocs : « Contribuer à la présence en ligne de l'organisation », « Participer à la gestion des services logiciels » et « Accompagner les utilisateurs aux usages du numérique ». La formation permet de mobiliser divers équipements et environnements numériques dans le contexte professionnel des services aux organisations (équipements informatiques connectés en réseau, logiciels généralistes et spécialisés, etc.), sans aller jusqu'à leur gestion matérielle ou à la configuration des

équipements et infrastructures de communication. Par exemple, le développement de sites web, la gestion de solutions numériques « métier » ou collaboratives ou encore la mise en place de procédures de sécurité numérique sont abordés et mobilisent des savoirs informatiques pour une mise en œuvre pratique : protocoles, modèles client-serveur, langages, base de données relationnelle, droits d'accès, traitement d'informations chiffrées, etc.

Éléments statistiques sur la dimension filles-garçons dans les enseignements de NSI, SIG et SIN

Tableau 13 – Évolution de la part de choix et de la proportion des filles relatives à l'enseignement de spécialité NSI

Enseignement	NSI première					NSI terminale			
	2019	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
Part de choix des filles	2,6 %	2,9 %	3,2 %	3,4 %	3,5 %	0,9 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %
Part de choix des garçons	15,2 %	16,8 %	17,7 %	17,8 %	18,3 %	7,3 %	8,5 %	9,0 %	8,8 %
Ratio de la part de choix des garçons sur celle des filles	5,8	5,8	5,5	5,2	5,2	8,1	7,7	7,5	7,0
Proportion de filles	17,8 %	18,0 %	18,5 %	19,2 %	19,2 %	13,1 %	13,7 %	14,6 %	15,2 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2019, 2,6 % des filles (respectivement 15,2 % des garçons) ont choisi l'enseignement de NSI en première, soit une part de choix 5,8 fois plus élevée côté garçons que côté filles ; la proportion de filles dans cet enseignement était de 17,8 %.

Source : mission à partir des données DEPP RERS 2020, 2021, 2022 et 2023, DEPP NI 24.06 et de la base centrale de pilotage

Tableau 14 – Taux d'abandon de l'enseignement de spécialité NSI entre première et terminale selon le sexe

	2020 à 2021	2021 à 2022	2022 à 2023
Taux d'abandon des filles	62,9 %	60,9 %	62,5 %
Taux d'abandon des garçons	48,8 %	48,4 %	50,5 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : 62,5 % des filles qui suivaient l'enseignement de spécialité NSI en première à la rentrée 2022 ne la suivent plus en terminale à la rentrée 2023.

Source : DEPP NI 24.06

Tableau 15 – La dimension filles-garçons dans les enseignements spécifiques des séries STMG et STI2D de la voie technologique à la rentrée 2023

Classe	Terminale STMG				Terminale STI2D			
	GF	Merca	RHC	SIG	AC	EE	ITEC	SIN
Part de choix des filles	18,9 %	47,0 %	32,8 %	1,3 %	36,8 %	16,1 %	26,2 %	20,9 %
Part de choix des garçons	28,5 %	50,6 %	17,6 %	3,3 %	14,8 %	19,5 %	32,0 %	33,6 %
Ratio de la part de choix des garçons sur celle des filles	1,5	1,1	0,5	2,4	0,4	1,2	1,2	1,6
Proportion de filles	43,3 %	51,7 %	68,2 %	32,2 %	21,4 %	8,2 %	8,2 %	6,4 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, 1,3 % des filles (respectivement 3,3 % des garçons) ont choisi l'enseignement SIG en terminale, soit une part de choix 2,4 fois plus élevée côté garçons que côté filles ; la proportion de filles dans cet enseignement était de 32,2 %.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Tableau 16 – Évolution des parts de choix selon le sexe relatives aux enseignements de SIG et SIN

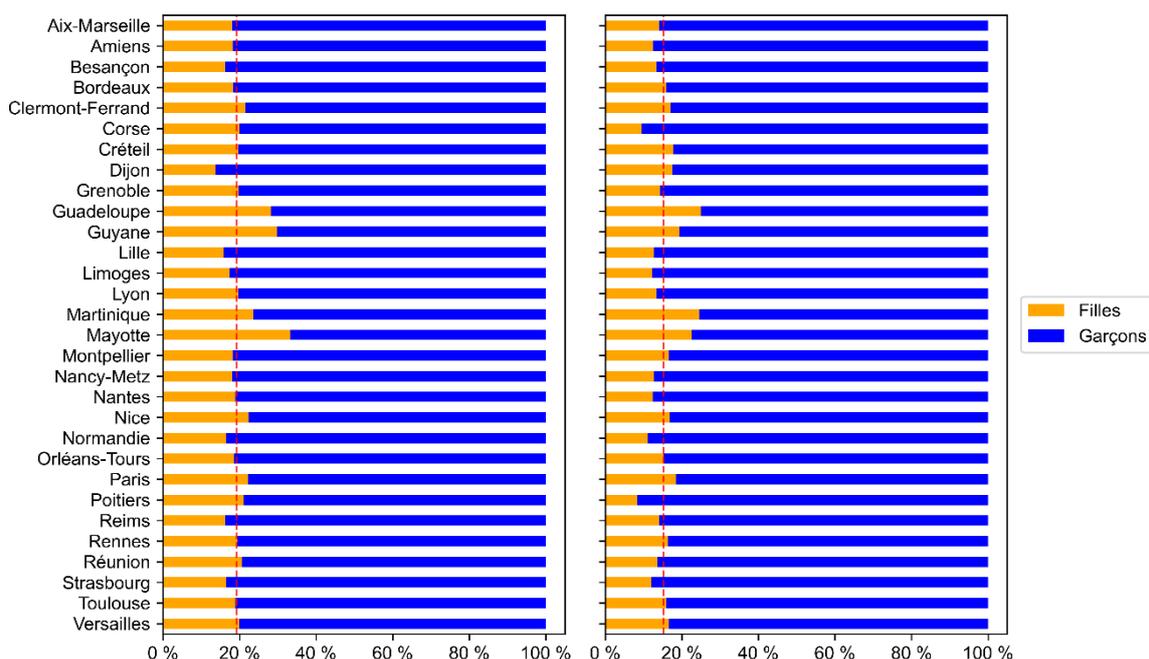
Enseignement	SIG					SIN					
	Rentrée	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Part de choix des filles		1,6 %	1,1 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	21,6 %	19,4 %	21,2 %	19,0 %	20,9 %
Part de choix des garçons		4,3 %	3,7 %	3,4 %	3,6 %	3,3 %	35,4 %	33,4 %	34,8 %	34,5 %	33,6 %
Ratio de la part de choix des garçons sur celle des filles		2,7	3,3	3,0	2,8	2,4	1,6	1,7	1,6	1,8	1,6
Proportion de filles		27,8 %	24,9 %	27,1 %	28,8 %	32,2 %	5,0 %	4,7 %	5,3 %	4,9 %	6,4 %

Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2020, 1,1 % des filles (respectivement 3,7 % des garçons) ont choisi l'enseignement SIG en terminale, soit une part de choix 3,3 fois plus élevée côté garçons que côté filles ; la proportion de filles dans cet enseignement était de 24,9 %.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Figure 10 – Répartitions filles-garçons en enseignement de spécialité NSI selon les académies en première (à gauche) et en terminale (à droite) à la rentrée 2023

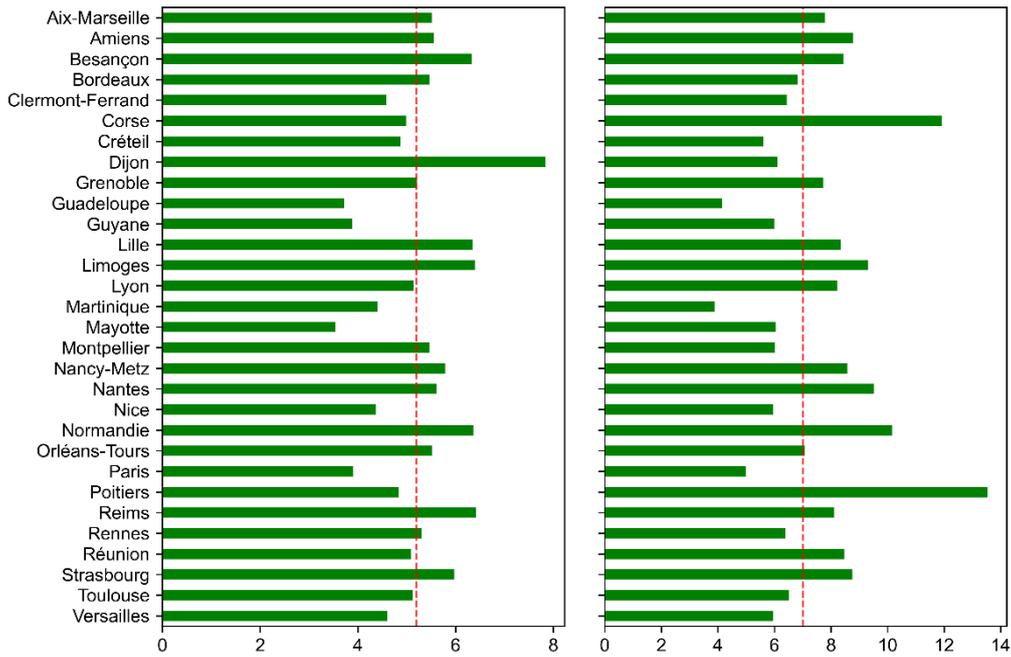


Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, dans l'académie d'Aix-Marseille, il y avait 18,2 % de filles et 81,8 % de garçons en enseignement de spécialité NSI en première. Les lignes en pointillés rouges précisent les positions des valeurs moyennes sur l'ensemble du champ pour chaque niveau.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Figure 11 – Selon les académies, ratios de la part de choix des garçons sur celle des filles relatifs à l’enseignement de spécialité NSI en première (à gauche) et en terminale (à droite) à la rentrée 2023

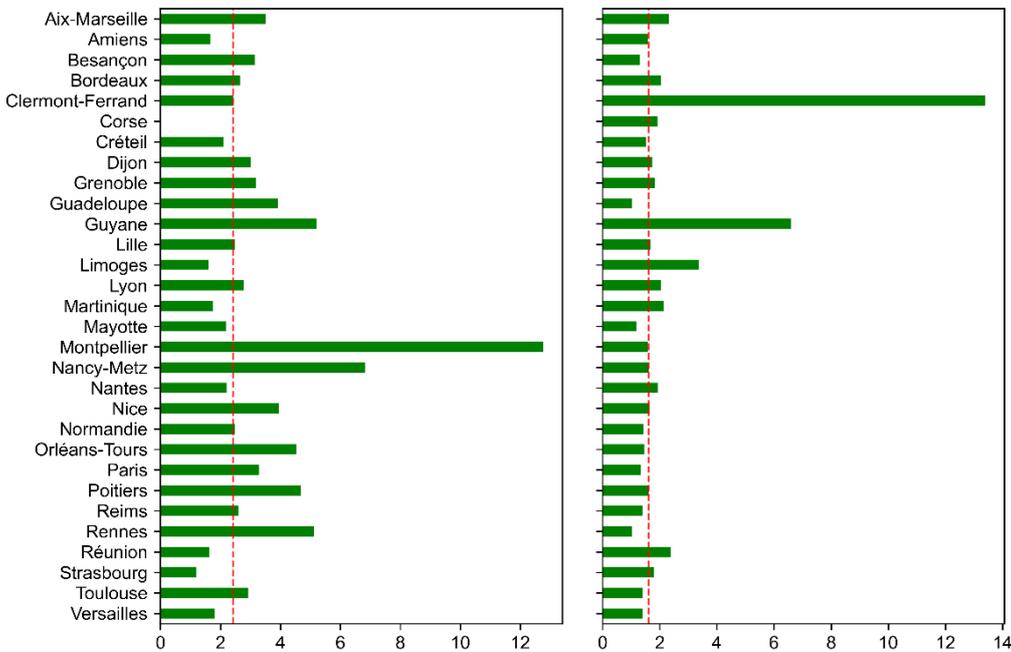


Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, dans l’académie d’Aix-Marseille, il y avait une part de choix de l’enseignement de spécialité NSI en première 5,5 fois plus élevée pour les garçons que pour les filles. En terminale, ce ratio était de 7,8. Les lignes en pointillés précisent les positions des valeurs moyennes sur l’ensemble du champ.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Figure 12 – Selon les académies, ratios de la part de choix des garçons sur celle des filles relatifs à l’enseignement SIG en terminale STMG (à gauche) et à l’enseignement SIN en terminale STI2D (à droite) à la rentrée 2023



Champ : France métropolitaine + DROM, public + privé sous contrat, MENJ.

Lecture : à la rentrée 2023, dans l’académie d’Aix-Marseille, il y avait une part de choix de l’enseignement SIG en terminale STMG 3,5 fois plus élevée pour les garçons que pour les filles. Pour l’enseignement SIN en terminale STI2D, ce ratio était de 2,3. Les lignes en pointillés précisent les positions des valeurs moyennes sur l’ensemble du champ. Remarque : la Corse n’est pas concernée pour l’enseignement SIG car celui-ci n’y est pas proposé.

Source : mission à partir de la base centrale de pilotage

Résultats des concours de recrutement de professeurs d'informatique

Tableau 17 – Statistiques par année aux concours CAPES NSI et 3^{ème} concours, CAFEP NSI et agrégation d'informatique

		2020	2021	2022	2023
CAPES NSI et 3^{ème} concours	<i>Places</i>	37	80	70	70
	<i>Inscrits</i>	1 635	906	731	648
	<i>Admis</i>	37	78	58	64 + 3 reçus sur la liste complémentaire
CAFEP NSI	<i>Places</i>	10	8	5	6
	<i>Inscrits</i>	163	128	97	107
	<i>Admis</i>	4	7	5	6
Agrégation d'informatique	<i>Places</i>	-	-	20	22
	<i>Inscrits</i>	-	-	549	511
	<i>Admis</i>	-	-	20 + 3 reçus sur la liste complémentaire	22 + 4 reçus sur la liste complémentaire

Source : rapports de jury de concours

Tableau 18 – Effectifs du second degré rattachés à un poste de la discipline L6200 numérique et sciences informatiques

Académie	Total général	Agrégés	Certifiés	PLP ¹²²	Contractuels
Aix-Marseille	76	34	41		1
Amiens	3		2		1
Besançon	3	2	1		0
Bordeaux	12	1	11		0
Clermont-Ferrand	4	1	2		1
Corse	5	3	2		0
Créteil	44	21	19	1	3
Dijon	2	1	1		0
Grenoble	23	9	10		4
Guadeloupe	12	2	9		1
Lille	11		11		0

¹²² Professeurs de lycée professionnel.

Académie	Total général	Agrégés	Certifiés	PLP ¹²²	Contractuels
Limoges	1		1		0
Lyon	41	21	20		0
Martinique	1				1
Mayotte	4		1		3
Montpellier	48	23	21	1	3
Nancy-Metz	1		1		0
Nantes	13	4	9		0
Nice	4		4		0
Normandie	58	21	34	2	1
Orléans-Tours	17	8	7		2
Paris	39	22	16		1
Poitiers	3	1	2		0
Reims	3		3		0
Rennes	5		4		1
Réunion	3	1	2		0
Strasbourg	6	1	4	1	0
Toulouse	9	3	5		1
Versailles	31	5	19	1	6
Total général	482	184	262	6	30

Source : DGRH – Annuaire EPP avril 2023

Tableau 19 – Statistiques par année aux concours CAPET et CAFEP externes économie et gestion option informatique et systèmes d'information

	2022			2023		
	CAPET	CAFEP	3 ^{ème} concours	CAPET	CAFEP	3 ^{ème} concours
Postes mis au concours	12	4	5	10	4	5
Candidats inscrits	62	20	37	51	16	36
Candidats présents	18	11	8	14	5	9
Candidats admis	7	4	3	6	4	3

Source : rapports de jury de concours

Tableau 20 – Statistiques par année aux concours CAPET et CAER internes économie et gestion option informatique et systèmes d'information

	2020		2021		2022		2023	
	CAPET	CAER	CAPET	CAER	CAPET	CAER	CAPET	CAER
Postes mis au concours	5	3	5	3	5	2	5	4
Candidats inscrits	40	21	48	20	40	19	61	15
Nombre de dossiers examinés	15	9	16	9	22	12	22	11
Candidats admis	5	3	5	3	5	2	5	4

Source : rapports de jury de concours

Tableau 21 – Statistiques par année au concours CAPET externe sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique

	2019	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	61	62	60	55	55
Candidats inscrits	270	222	199	117	138
Candidats présents aux écrits	90	81	75	42	52
Candidats admissibles	70	64	60	37	45
Candidats présents aux oraux	57	50	52	34	37
Candidats admis	39	32	39	27	24

Source : rapports de jury de concours

Tableau 22 – Statistiques par année au concours CAFEP externe sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique

	2019	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	3	4	4	4	4
Candidats inscrits	68	58	67	46	46
Candidats présents aux écrits	25	24	31	22	20
Candidats admissibles	8	10	10	12	12
Candidats présents aux oraux	7	6	8	12	12
Candidats admis	3	4	4	4	4

Source : rapports de jury de concours

Tableau 23 – Statistiques par année au 3ème concours du CAPET sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique

	2019	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	6	8	8	8	7
Candidats inscrits	124	74	90	55	69
Candidats présents aux écrits	33	25	29	18	23
Candidats admissibles	14	17	14	17	17
Candidats présents aux oraux	13	-	12	9	15
Candidats admis	6 + 5 sur liste complémentaire	7	8	5	7 + 4 sur liste complémentaire

Source : rapports de jury de concours

Tableau 24 – Statistiques par année au concours CAPET interne sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique

	2019	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	9	pas de RJ	12	10	11
Candidats inscrits	161		143	143	167
Dossiers reçus	66		75	77	88
Candidats admissibles	23		26	22	24
Candidats admis	9		12	10	5

Source : rapports de jury de concours

Tableau 25 – Statistiques par année au concours CAER interne sciences industrielles de l'ingénieur option ingénierie informatique

	2019	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	7	pas de RJ	9	6	8
Candidats inscrits	88		44	43	73
Dossiers reçus	53		30	26	49
Candidats admissibles	15		12	14	16
Candidats admis	7		7	6	8

Source : rapports de jury de concours

Tableau 26 – Statistiques par année au concours de l’agrégation externe sciences industrielles de l’ingénieur option ingénierie informatique

	2020	2021	2022	2023
Postes mis au concours	15	15	15	17
Candidats inscrits	202	210	150	152
Candidats présents aux écrits	82	92	63	62
Candidats admissibles	28	36	31	34
Candidats présents aux oraux	25	33	27	31
Candidats admis	15 + 1 sur liste complémentaire	15	15	15 + 2 sur liste complémentaire

Source : rapports de jury de concours

Tableau 27 – Statistiques par année au concours CAPLP externe génie électrique option électronique

	2021	2022	2023
Postes mis au concours	20	25	25
Candidats	113	94	80
Candidats admis	20	25	25

Source : rapports de jury de concours

**L'informatique dans l'enseignement scolaire dans le monde,
en particulier dans l'enseignement secondaire de second cycle
général et technologique en Europe**

Une volonté d'intégration de l'informatique dans l'enseignement scolaire à l'échelle mondiale avec plusieurs défis à relever

De nombreux pays ont fait évoluer leur système éducatif ces dernières années pour y intégrer l'enseignement de l'informatique avec des motivations variées. Il s'agit pour beaucoup d'un levier de croissance à l'échelle tant du pays que de l'individu, mais aussi de développement de compétences utiles à tous les jeunes – qu'ils accèdent ensuite à des métiers dans le domaine de l'informatique ou non. L'argument de lutte contre les inégalités sociales et économiques apparaît régulièrement dans les diverses politiques publiques.

Une étude à l'échelle mondiale montre l'hétérogénéité des modalités de l'enseignement de l'informatique dans l'enseignement scolaire (primaire et secondaire)¹²³. Les pays les plus développés offrent généralement le meilleur accès à cet enseignement. Certains pays moins développés l'imposent davantage dans le cursus des élèves a priori en raison d'une stratégie nationale de développement économique axée sur l'expansion des emplois liés aux technologies de l'information et de la communication (TIC) ou aux sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM). Les pays où l'enseignement de l'informatique est obligatoire sont regroupés géographiquement plutôt en Europe de l'Est, au Moyen-Orient, en Asie de l'Est et dans l'Océanie¹²⁴.

Les principaux défis identifiés dans le monde au sujet de l'éducation à l'informatique dans le monde sont :

- la mise à disposition des élèves et des enseignants des équipements et des infrastructures nécessaires : si des pratiques « débranchées » de l'apprentissage de l'informatique existent et présentent des avantages pédagogiques, elles ne peuvent suffire pour une formation complète ;
- la constitution d'un vivier suffisant d'enseignants qualifiés en informatique : il s'agit d'un goulot d'étranglement majeur pour de nombreux pays où le recrutement d'enseignants spécialisés reste limité. Des programmes de développement professionnel sont fréquemment proposés aux enseignants existants (dispositifs de formation continue pouvant aller jusqu'à des certifications ou des diplômes en informatique) ;
- le développement de l'appétence pour le domaine de l'informatique et pour un public diversifié : il faut faire face au poids de représentations erronées, de nombreux préjugés sur la discipline, sur les parcours et carrières associées et qui limitent l'engagement de tous. Une stratégie d'exposition au plus tôt des jeunes à l'informatique se développe, de manière formelle ou informelle, dans le but d'augmenter la probabilité qu'ils poursuivent sur ce domaine – parfois en privilégiant des groupes historiquement sous-représentés¹²⁵ ;
- l'intégration de l'enseignement de l'informatique dans les cursus scolaires : cet enseignement rentre généralement en concurrence avec d'autres, pour majorité établis de longue date, dans un contexte de volumes horaires de formation non extensibles et relève souvent d'un choix politique net. L'intégration dans les cursus est d'autant plus complexe qu'il n'existe pas de parcours d'apprentissage établi pour l'informatique dans l'enseignement scolaire (niveaux primaire et secondaire).

¹²³ Emiliana Vegas, Michael Hansen, Brian Fowler (2021). Building skills for life: How to expand and improve computer science education around the world. The Brookings Institution. <https://www.brookings.edu/articles/building-skills-for-life-how-to-expand-and-improve-computer-science-education-around-the-world>

¹²⁴ La figure 4 dans la référence précédente en donne un aperçu global à partir de données de l'année 2021. Les enseignements primaire et secondaire n'y sont pas distingués.

¹²⁵ Le cas des filles est l'objet de l'annexe 12.

Les pays sont caractérisés dans le tableau au bas de la carte de la figure 13 selon que l'informatique est une matière :

- d'enseignement spécifique et obligatoire pour tous ;
- d'enseignement spécifique et obligatoire pour une partie des élèves ;
- d'enseignement spécifique et optionnel ;
- intégrée dans d'autres enseignements disciplinaires ;
- dont les établissements scolaires sont libres pour les contenus ;
- qui n'est pas enseignée en tant que telle.

La figure montre la diversité des systèmes éducatifs en informatique en Europe, où chaque pays décide de manière unilatérale de sa politique liée à l'enseignement de l'informatique.

Le rapport Eurydice dégage divers faits pour cet enseignement au niveau lycée dont les suivants :

- à l'exception de l'Islande, tous les pays européens ont pris conscience de la nécessité de mettre en place une politique éducative sur le numérique comprenant dans l'enseignement secondaire de second cycle général et technologique l'enseignement de l'informatique ;
- l'informatique est alors très majoritairement proposée sous la forme d'un enseignement spécifique¹³⁰ ;
- dans environ la moitié des pays, l'enseignement de l'informatique est obligatoire pour la totalité des élèves sur au moins une année scolaire. Des pays de l'ancien bloc de l'Est l'imposent sur au moins trois années scolaires : la Roumanie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie, la Bulgarie et la Pologne. D'autres pays l'imposent sur deux années scolaires : la Tchéquie, la Grèce, la Croatie, la Hongrie, la Slovaquie et la Suisse ;
- dans un tiers des pays, l'informatique est seulement un enseignement optionnel ou n'est proposé que dans certains établissements ou certaines filières. Par conséquent, une partie des élèves de l'enseignement secondaire de second cycle général et technologique de ces pays n'ont aucun enseignement d'informatique ;
- le volume horaire alloué à l'enseignement de l'informatique sur une année scolaire est généralement plus important lorsqu'il n'est pas obligatoire pour la totalité des élèves.

Un regard complémentaire sur les cas de l'Allemagne et du Royaume-Uni

En Allemagne, des politiques différentes selon les Länder

En Allemagne, les Länder proposent différents modèles d'enseignement de l'informatique.

Au niveau de l'enseignement secondaire de premier cycle, cet enseignement est obligatoire et spécifique dans les Länder de Mecklembourg-Poméranie-Occidentale et de Saxe ; un enseignement obligatoire et interdisciplinaire existe en Bavière (matière « Nature et technique ») ; un enseignement obligatoire spécifique d'informatique concerne une partie des élèves en Rhénanie du Nord et dans le Bade-Wurtemberg. Deux Länder – Brême et Hesse – ne proposent l'informatique ni de manière obligatoire, ni de manière facultative. Il peut également exister des disparités dans l'offre dans certains Länder.

Dans les lycées de la voie générale des seize Länder, les élèves ont la possibilité, pendant les trois années du cursus, de choisir l'informatique avec un niveau d'exigence de base à raison de trois heures hebdomadaires. Dans douze Länder, ils peuvent choisir cet enseignement avec un niveau plus élevé (au moins quatre heures par semaine). Dans dix Länder, l'enseignement de l'informatique est assimilé à l'enseignement d'une « science naturelle ». Au cours de l'année scolaire 2020-2021, 14,1 % des élèves de l'enseignement secondaire de second cycle ont suivi un cours d'informatique de base ou avancé (taux qui a peu évolué en quinze ans).

Les professeurs qui prennent en charge l'enseignement de l'informatique sont des spécialistes de la matière, mais aussi des enseignants issus d'autres disciplines qui ont dû suivre une formation spécifique pour étendre leur niveau de qualification en informatique.

¹³⁰ L'enseignement intégré de l'informatique à d'autres enseignements disciplinaires est bien plus fréquemment observée sur l'enseignement secondaire de premier cycle.

La réflexion générale en Allemagne est d'aller vers une extension du nombre de Länder proposant un enseignement de l'informatique obligatoire dès le collège et plusieurs régions ont prévu de le mettre en place avant la rentrée 2023-2024.

Un enseignement obligatoire de l'informatique dès l'enseignement primaire au Royaume-Uni

En 2014, le Royaume-Uni est l'un des premiers pays parmi les pays du G9 à rendre obligatoire l'apprentissage de l'informatique dès l'enseignement primaire. Un large déploiement de l'offre d'un cours d'informatique *Computing* a été impulsé sur les niveaux Key Stage 3 (11-13 ans environ) et Key Stage 4 (14-15 ans environ) ; cette matière peut être choisie à son issue pour l'examen du General Certificate of Secondary Education (GCSE). Ensuite, pour les deux dernières années de préparation de l'examen Advanced level (ou A level, de niveau équivalent à celui du baccalauréat), les élèves peuvent choisir la matière informatique *Computer science* (ou *Computing*). Ceux qui souhaitent continuer des études supérieures en informatique combinent cette matière avec les mathématiques qui sont un pré-requis dans de nombreuses universités.

Des bourses de formation, d'un montant relativement élevé, permettent d'attirer dans le secondaire des diplômés dans l'enseignement de certaines matières, dont l'informatique. Il s'agit de bourses d'étude (*bursaries*) ou de bourses au mérite (*scholarships*).

Entre 2014 et 2023, le nombre de candidats sur la matière informatique *Computer science* au *A level* est passé de 4 171 à 18 306 avec une croissance moyenne de près de 18 % par an¹³¹.

Entre 2011 et 2020, les admissions à l'université dans les filières informatiques ont augmenté de près de 50 % (passage de 20 420 à 30 090 étudiants)¹³².

Un rapport de 2021¹³³ analyse la situation de l'Angleterre et permet de mettre en relief des traits forts :

- les organisations privées, en particulier les entreprises des TIC, ont joué un rôle important dans la mise en place des enseignements scolaires de l'informatique. Toutefois, celle-ci s'est effectuée de façon jugée descendante vers les équipes pédagogiques, ce qui n'a pas joué favorablement dans leur engagement. Il convient d'impliquer de façon adaptée les enseignants dans l'installation d'un nouvel enseignement ;
- la formation des enseignants est primordiale et nécessite un financement ambitieux et une planification à long terme. Pendant les quatre premières années suite à la réforme de 2014, cette formation est restée modeste et l'enseignement de l'informatique n'a pas été jugé à la hauteur des attentes. Aussi a-t-il été créé en 2018 le centre national pour l'enseignement de l'informatique (*National Centre for Computing Education*¹³⁴ ou NCCE) avec un financement de 84 millions de livres sterling en vue d'améliorer particulièrement la qualité de cet enseignement avec une meilleure préparation des professeurs¹³⁵ ;
- des questionnements restent sur quand et comment enseigner l'informatique pour rendre cette matière accessible à tous les jeunes. Davantage de recherches doivent être menées en ce sens et pour améliorer l'enseignement scolaire de l'informatique ;
- malgré le large déploiement de l'enseignement de l'informatique dès le plus jeune âge, les inégalités existent toujours en matière d'origines ethnique, géographique et de genre. Les évolutions constatées à ce jour sont positives, mais mesurées.

¹³¹ <https://www.jcq.org.uk/examination-results>

¹³² <https://educationhub.blog.gov.uk/2021/02/09/more-young-people-are-taking-stem-subjects-than-ever-before>

¹³³ Brian Fowler, Emiliana Vegas (2021). How England implemented its computer science program. The Brookings Institution. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/10/How-England-implemented-its-computer-science-education-program-FINAL.pdf>

¹³⁴ <https://www.gov.uk/government/news/tech-experts-to-provide-national-centre-for-computing-education>

¹³⁵ Cette structure œuvre également dans le sens de l'augmentation de l'engagement des jeunes dans l'informatique.

Un regard à l'international pour l'engagement de plus de filles dans le domaine de l'informatique

Dans de nombreux pays existent des initiatives pour accroître l'éducation des filles en informatique et pour augmenter leur poursuite d'études vers les métiers au cœur du numérique. Ces initiatives ciblent plus ou moins directement les filles, ou encore les équipes éducatives et sont souvent en relation avec le domaine plus vaste des sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STIM). Elles s'intègrent – dans un nombre croissant de pays – à des politiques visant à promouvoir l'égalité filles-garçons ou l'engagement des filles dans les technologies de l'information et de la communication (TIC). Par exemple, l'Union européenne (UE) incite ses pays membres à s'engager dans des actions, avec mesure d'impact, dans le cadre du programme d'action pour la décennie numérique à l'horizon 2030¹³⁶.

Cette annexe donne des éléments sur le sujet pour quelques pays voisins sans prétendre à l'exhaustivité^{137 138}.

En Allemagne, un enseignement dédié obligatoire en informatique dans l'enseignement secondaire de premier cycle de certains Länder qui renforce les compétences dans le domaine et favorise le choix de l'informatique par les filles dans l'enseignement secondaire de second cycle

Le cas de l'Allemagne est particulièrement intéressant avec une comparaison possible entre les Länder et leurs systèmes éducatifs spécifiques. Selon une étude de la Fondation Heinz Nixdorf¹³⁹, la proposition d'un enseignement intégré de l'informatique à d'autres matières n'est pas aussi efficace que celle d'un enseignement dédié obligatoire non seulement en termes de compétences en informatique, mais également en termes de choix de parcours ultérieur par les filles en relation avec ce domaine¹⁴⁰.

Le pays a mis en place une plateforme dans le cadre du « Pacte national pour les femmes dans les métiers liés à l'informatique »¹⁴¹ qui vise à encourager tous les parcours professionnels sans discrimination de genre, depuis l'école maternelle jusqu'à l'université et dans le monde de l'entreprise.

En Italie, un partenariat public-privé renforcé avec une priorité donnée sur le codage, le libre choix des filles sur les projets à réaliser et l'appui sur des rencontres de modèles féminins

Le gouvernement et les entreprises ont mis en place des programmes nationaux, en particulier à partir de 2014 dans le cadre de la présidence italienne du Conseil de l'UE.

Le programme¹⁴² *Coding Girls* a été créé par la fondation *Mondolo Digitale* avec notamment le soutien de l'entreprise Microsoft avec initialement huit jours d'évènements entièrement dédiés aux filles sur l'ensemble de l'enseignement scolaire. Le programme s'est développé au fil des éditions, devenant un programme annuel et donnant naissance à une association. Les actions sont multiples : concours de codage entre écoles, campagnes d'orientation et de formation avec des tuteurs universitaires, des experts en informatique, etc.

¹³⁶ Journal officiel de l'Union européenne. L323/4, *op. cit.*

¹³⁷ L'article suivant, déjà mentionné, propose un recensement catégorisé d'actions : Alina Berry, Susan McKeever, Brenda Murphy, Sarah Jane Delany. Addressing the "Leaky Pipeline": A Review and Categorisation of Actions to Recruit and Retain Women in Computing Education, *op. cit.*

¹³⁸ Quelques pays présentent des situations sans défaut de mixité patent sur le domaine de l'informatique, mais les études de leurs cas ne conduisent pas à des recommandations pour des pays comme la France. On peut par exemple citer le cas de l'Arabie saoudite où il y a quasi-parité dans les disciplines informatiques de l'enseignement supérieur alors que l'inégalité entre les sexes y est très marquée. Dans ce pays est menée une politique pour une quête de reconnaissance internationale de l'amélioration des droits des femmes et le soutien de la formation à l'informatique des filles en fait partie. Les métiers au cœur du numérique, et plus largement en relation avec les STIM, offrent un avenir comprenant une liberté professionnelle et une indépendance financière attractives.

¹³⁹ Felix Suessenbach, Eike Schröder, Mathias Winde (2022). Informatik für alle! Informatikunterricht zur gesellschaftlichen Teilhabe und Chancengleichheit. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/informatik_fuer_alle.pdf. Fondation Heinz Nixdorf.

¹⁴⁰ Pour exemple, dans les Länder de Mecklembourg-Poméranie-Occidentale et de Saxe où existe un enseignement informatique dédié obligatoire au niveau du premier cycle de l'enseignement secondaire, on trouve en moyenne 36 % de filles dans les cours d'informatique du second cycle. Cette moyenne tombe à 22 % dans les Länder de Brême et de Hesse où cet enseignement est absent du premier cycle.

¹⁴¹ <https://www.komm-mach-mint.de>

¹⁴² <https://steamedu.eu/news/coding-girl>

Un second programme, *Girls Code It Better*¹⁴³ est une initiative de la fondation *Officina Futuro Fondazione W-Group*. Il cible les filles dans l'enseignement secondaire en proposant des séances extrascolaires d'une durée totale de 35 à 45 heures pour leur permettre de travailler sur un projet selon leur libre choix à partir de thèmes tels que : cartes électroniques et automatisation ; conception, modélisation et impression 3D ; conception et développement Web ; développement d'applications mobiles, codage et jeux ; réalité virtuelle et augmentée ; création vidéo et développement de contenus audiovisuels. Les séances impliquent une vingt filles formées par un enseignant ayant des connaissances dans les TIC et un coach disposant de compétences techniques.

Le programme international *Inspiring girls*¹⁴⁴ a été rejoint par l'Italie en 2017 et est porté par une association d'entreprises, *Valore D*, qui promeut l'égalité hommes-femmes et une culture inclusive en ce sens pour la croissance des entreprises et du pays. Il implique des femmes bénévoles – rôles modèles – de différents secteurs et professions qui partagent leur expérience professionnelle et de vie avec des collégiens, construisant ainsi un pont concret entre l'école et le monde du travail. Le programme a touché en 2023 plus de 10 000 élèves de 130 écoles italiennes.

Une vaste étude a été réalisée dans le cadre du *Programma il Futuro* lancé en 2014 qui a engagé en moyenne 3 600 enseignants par année scolaire sur plusieurs années dans des établissements de l'école maternelle au lycée¹⁴⁵. Sa conclusion indique notamment que conduire un enseignement d'informatique dès le plus jeune âge est un moyen pour combattre les stéréotypes de genre en sciences et pour accroître l'engagement des filles dans les parcours liés à l'informatique.

Au Royaume-Uni, une réduction des inégalités qui reste un sujet de préoccupation

Comme indiqué dans l'annexe 11, le Royaume-Uni a revu en 2014 la place de l'informatique dans son enseignement scolaire en le déployant à grande échelle dès l'enseignement primaire – approche qui permet de toucher les jeunes au plus tôt, filles et garçons ; la création du centre national pour l'enseignement de l'informatique (*National Centre for Computing Education* ou NCCE) en 2018 a permis de renforcer la qualité des enseignements et de promouvoir des actions dans le sens de la réduction des inégalités, notamment de genre.

Le NCCE est intervenu dans le programme *Gender Balance in Computing* qui s'est déroulé de 2019 à 2022, fondé par le Département de l'éducation avec diverses fondations et qui a donné lieu à des rapports d'évaluation¹⁴⁶. Il visait à augmenter le nombre de filles qui choisissent d'étudier une matière informatique lorsqu'elle n'est plus obligatoire en jouant sur les approches pédagogiques dans l'enseignement de l'informatique, dont la possibilité de l'apprentissage informel souvent populaire auprès des filles. Le programme *I Belong: encouraging girls into computer science* a pris la suite en axant les actions sur le niveau *Key stage 3* de l'enseignement secondaire de premier cycle.

Le constat est fait d'une augmentation très mesurée de la proportion de filles qui se présentent sur la matière informatique lors du *GCSE* et du *A level* ; les cohortes en sont respectivement à 21 % et 15 % de filles pour l'Angleterre en 2023. Les mesures mises en place par le gouvernement britannique restent l'objet d'une attention particulière¹⁴⁷.

En Belgique, un plan interfédéral vise à augmenter la proportion de jeunes filles dans les domaines des STIM et des TIC

En mars 2021, les pouvoirs publics fédéraux belges, en partenariat avec le ministère de l'économie, le secteur privé et des agences publiques, ont mis en place le plan quinquennal « *Women in Digital* » qui s'appuie sur cinq objectifs stratégiques visant à lutter contre les biais existants et à attirer et maintenir plus de femmes dans le secteur des STIM et des TIC¹⁴⁸ :

¹⁴³ <https://girlscoditbetter.it>

¹⁴⁴ <https://inspiring-girls.com>

¹⁴⁵ Enrico Nardelli, Isabella Corradini (2019). Informatics education in school: a multi-year large-scale study on female participation and teachers' beliefs. <https://www.mat.uniroma2.it/~nardelli/publications/ISSEP-19.pdf>

¹⁴⁶ <https://teachcomputing.org/gender-balance?ref=blog.teachcomputing.org>

¹⁴⁷ Peter Kemp, Billy Wong, Jessica Hamer, Meggie Copsey-Blake (juin 2024). The future of computing education: considerations for policy, curriculum and practice. <https://www.kcl.ac.uk/ecs/assets/kcl-scari-computing.pdf>

¹⁴⁸ <https://www.bedigitaltogether.be/fr/strategie>

- veiller à ce que davantage de femmes obtiennent leur diplôme dans le secteur digital ;
- favoriser l’insertion de toutes les femmes dans le monde du travail digitalisé et/ou dans le secteur digital ;
- favoriser le maintien des femmes dans le secteur digital ;
- construire de nouvelles images ;
- éliminer l’écart de genre dans les groupes cibles spécifiques.

Le plan pose un cadre de référence minimal en détaillant au sein de chaque objectifs les défis à relever, les leviers à actionner et les acteurs concernés. Un suivi des progrès est prévu, à la fois de manière quantitative et qualitative entre les divers niveaux de pouvoirs et organisations engagées.

En Espagne, la recherche d’une synergie nationale dans le cadre plus large des sciences, technologies, ingénierie, arts et mathématiques (STEAM en anglais)

Une loi en matière d’éducation¹⁴⁹ a fixé en 2020 des objectifs précis pour une égalité effective filles-garçons. Il y est notamment indiqué explicitement que « *les administrations de l’éducation encourageront l’augmentation de la présence d’étudiantes dans les études scientifiques, technologiques, d’ingénierie, artistiques et mathématiques, ainsi que dans les cours de formation professionnelle où la demande d’étudiantes est moindre. De même, les administrations de l’éducation encourageront la présence d’étudiants masculins dans les études pour lesquelles il est notoire que les femmes sont plus nombreuses que les hommes.* » et « *les administrations de l’éducation veilleront à ce que les programmes d’études, les manuels et les autres matériels éducatifs promeuvent l’égalité de valeur entre les femmes et les hommes et ne contiennent pas de stéréotypes sexistes ou discriminatoires* ». Ces éléments sont inclus dans les programmes de formation initiale des enseignants.

« *La Alianza STEAM por el talento femenino, Niñas en pie de ciencia* »¹⁵⁰ est une initiative du ministère de l’Éducation et de la Formation Professionnelle espagnol en place depuis 2021 qui vise à fédérer les acteurs, réunir les idées et soutenir et accompagner les projets pour encourager les talents féminins dans les STEAM. Cette alliance impulse une stratégie et une synergie nationales avec une collaboration public-privé : état des lieux, définition et partage des objectifs, conjugaison des efforts, etc. Elle est notamment à l’origine d’une radiographie détaillée du parcours éducatif espagnol¹⁵¹ en relation avec les STEAM.

¹⁴⁹ Boletín Oficial del Estado. Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (loi organique de modification de la loi organique de l’éducation). <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>

¹⁵⁰ <https://alianzasteam.educacionfpydeportes.gob.es>. L’acronyme STEAM correspond aux termes anglais « *science, technology, engineering, arts and mathematics* »

¹⁵¹ Unidad de Igualdad del Ministerio de Educación y Formación Profesional. Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM; Un estudio en detalle de la trayectoria educativa de niñas y mujeres en España (2022). https://www.libreria.educacion.gob.es/libro/radiografia-de-la-brecha-de-genero-en-la-formacion-steam-un-estudio-en-detalle-de-la-trayectoria-educativa-de-ninas-y-mujeres-en-espana_173513