

Rapport à monsieur le ministre de l'Éducation nationale
et de la Jeunesse

Pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4

N° 21-22 169A – novembre 2022

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

Pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4

Novembre 2022

Christine GAUBERT-MACON

Jean-Marie CHESNEAUX

Jean-Marc DESPREZ

Claudine PICARONNY

Vincent MONTREUIL

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

SOMMAIRE

Synthèse	1
Liste des préconisations.....	2
Introduction	5
1. La pensée informatique : de quoi parle-t-on ?	5
1.1. Un concept didactique	5
1.2. Une définition institutionnelle	6
2. Un déploiement de l'informatique sans référence explicite à la pensée informatique	7
2.1. Une volonté nationale d'apporter des repères pour le second degré.....	7
2.2. Des initiatives pour favoriser une interdisciplinarité et une implication de toutes les disciplines dans les enjeux du numérique et de l'informatique.....	8
2.3. Dans le second degré, une impulsion pédagogique avec un fort caractère disciplinaire malgré des initiatives pour trouver une convergence d'approche pédagogique en académie	8
2.4. Dans le premier degré, une impulsion et un accompagnement institutionnels mais un apprentissage de la pensée informatique peu développé	9
3. État des lieux sur la pratique de l'informatique en cycle 3.....	10
3.1. Des programmes ne faisant pas explicitement référence à la pensée informatique	10
3.2. Des activités plutôt centrées sur l'usage de robots	11
3.3. Une difficile montée en compétences des enseignants	12
3.4. Focus sur un exemple de ressources pour l'enseignement de l'informatique à l'école primaire : le projet Iota (Informatique ouverte à tous les apprenants)	12
4. État des lieux sur la pratique de l'informatique au collège en cycle 4	14
4.1. En mathématiques	14
4.1.1. Des programmes en lien avec la pensée informatique	14
4.1.2. Des équipements variés mais parfois inadaptés.....	14
4.1.3. Un temps variable consacré à la pratique de l'informatique	14
4.1.4. Une évaluation au DNB qui restreint la pratique sur machine	15
4.1.5. Des difficultés didactiques encore peu étudiées	15
4.1.6. Des méthodes d'évaluation centrées sur l'interprétation plus que la conception.....	15
4.1.7. Un bilan mitigé d'acquisition des compétences observées en fin de cycle.....	16
4.2. En technologie.....	17
4.2.1. Des programmes en lien avec la pensée informatique	17
4.2.2. Un équipement permettant une pratique sur des supports réels.....	17
4.2.3. Une organisation pédagogique basée sur le travail collectif.....	18
4.2.4. Un apprentissage contextualisé de la programmation mais qui manque d'étayage.....	18
4.2.5. Un temps variable consacré à l'apprentissage de la programmation	19

4.2.6.	<i>Des difficultés dans l'enseignement de certains chapitres du programme de technologie qui ne favorisent pas le développement d'une pensée informatique</i>	20
4.2.7.	<i>Un bilan mitigé d'acquisition des compétences observées en fin de cycle.....</i>	21
4.2.8.	<i>Une évaluation au DNB occasionnelle et peu encline à évaluer les attendus de fin de cycle.....</i>	21
4.3.	Travail en commun entre les deux disciplines	22
4.3.1.	<i>Des programmes qui incitent à un travail interdisciplinaire.....</i>	22
4.3.2.	<i>Une coordination entre les professeurs de mathématiques et de technologie peu opérante dans les établissements.....</i>	22
4.3.3.	<i>Des dispositifs interdisciplinaires mobilisés de façon variable</i>	23
4.4.	Des évaluations nationale et internationale.....	24
4.4.1.	<i>Le dispositif CEDRE</i>	24
4.4.2.	<i>L'enquête ICILS</i>	25
4.5.	État des lieux sur la formation des enseignants	27
4.6.	La pratique de l'informatique : un diagnostic contrasté.....	28
4.6.1.	<i>Des conditions d'exercice à faire évoluer.....</i>	28
4.6.2.	<i>Une approche didactique et des pratiques pédagogiques à améliorer.....</i>	28
5.	La situation européenne.....	31
5.1.	Le cadre de référence européen des compétences numériques DIGCOMP.....	31
5.2.	Un état des lieux européen sur l'enseignement de l'informatique	32
5.3.	Une proposition de curriculum pour enseigner l'informatique.....	35
	Conclusion	37
	Annexes.....	39

SYNTHESE

L'informatique est une science qui a fortement contribué à transformer la société, les activités de production de biens et services comme la production des connaissances. Dans le domaine éducatif le terme « informatique » souffre d'ambiguïté, souvent confondu avec l'usage de solutions logicielles ou encore la littératie numérique.

Des contenus de formation à l'informatique sont présents dans les programmes de disciplines des cycles 3 et 4 (sciences et technologie, mathématiques au cycle 3 ; technologie et mathématiques au cycle 4). Ils contribuent à l'acquisition de compétences du socle dans les domaines des langages pour penser et communiquer, des méthodes et outils pour apprendre et de l'étude des systèmes naturels et techniques. Ces programmes sont accompagnés de repères de progressivité en technologie (pas en mathématiques) mais n'indique pas une quotité horaire à consacrer à l'enseignement de l'informatique.

La pratique de l'informatique nécessite un équipement numérique dans une salle dédiée ou via des équipements mobiles individuels (tablettes ou ordinateurs). Les professeurs estiment que cela prend du temps qui n'est pas proportionnel à l'importance du thème dans le programme. Si les élèves de collège ont une certaine « pratique informatique » tout-au-long des quatre années, il n'en est pas de même pour les élèves de l'école primaire. Au cycle 3 comme au cycle 4, le faible temps d'exposition des élèves à la pratique de l'informatique, le manque de formalisation des problèmes en vue de leur programmation et le manque de consolidation des apprentissages ne permettent pas aujourd'hui une formation à la pensée informatique contribuant significativement au développement des compétences du XXI^e siècle. L'examen du DNB dans sa forme actuelle n'encourage par ailleurs pas la pratique de l'informatique dans la mesure où les exercices proposés sont réalisés sur papier.

Au collège le travail en commun entre les professeurs des disciplines mathématiques et technologie se heurte à des questions didactiques (des natures de problèmes et des outils différents) et pédagogiques (alignement des progressions pédagogiques, disparition des enseignements pratiques interdisciplinaires - EPI -). Cependant la participation à des concours d'informatique ou de robotique permet parfois de mobiliser professeurs de mathématiques et de technologie autour d'un même défi avec leurs élèves.

Concernant l'engagement des filles et des garçons dans la pratique informatique en classe, les professeurs interrogés disent ne pas voir de différence, mais ce n'est pas un point d'attention pour eux dans leur enseignement. Pourtant les filles participent moins aux clubs et aux concours lorsque ce n'est pas la classe qui est engagée. Lorsqu'elles s'engagent dans des activités informatiques ou robotiques, elles sont plutôt attirées par sa dimension créative alors que les garçons sont motivés par la compétition. Ces constats montrent qu'une sensibilisation des professeurs aux biais de genre dans la pratique de l'informatique est nécessaire.

Concernant la formation continue des enseignants, les académies proposent des formations au plan académique de formation (PAF), en moyenne de quatre jours. Il existe des ressources d'accompagnement au niveau national et académique conséquentes, mais peu abordent des préoccupations didactiques (qui ne sont par ailleurs pas explicites dans les programmes). Cependant on constate un manque de formation des enseignants aux concepts de l'informatique, notamment à la démarche algorithmique : en mathématiques comme en technologie, l'informatique n'est pas approfondi dans leur formation initiale.

Liste des préconisations

Préconisations concernant le pilotage

Préconisation n° 1

Identifier au niveau académique une personne ou un groupe chargé du pilotage de la discipline informatique dans l'académie du cycle 3 jusqu'au lycée, avec l'objectif du développement de la pensée informatique, parallèlement au développement des usages du numérique. Cette personne ou ce groupe sera en relation avec les INSPÉ, les services académiques (notamment la DAN et l'EAFc), les DASEN, les inspecteurs territoriaux et identifié par les chefs d'établissement.

Une solution est de confier ce pilotage aux IA-IPR en charge des enseignements d'informatique au lycée (SNT et NSI). Les IA-IPR devront s'appuyer sur des professeurs certifiés ou agrégés d'informatique disposant de l'expertise requise.

Préconisation n° 2

Solliciter l'IH2EF pour former les cadres (conseillers de recteurs, inspecteurs et chefs d'établissement) pour leur permettre de s'approprier les exigences et enjeux de la pensée informatique de manière à ce qu'ils les distinguent de ceux de la littératie numérique dans les apprentissages.

Préconisations n° 3 pour le cycle 3

La mission regroupe plusieurs préconisations :

- Développer l'équipement des écoles primaires en mobilisant les plans informatiques dans les territoires, en privilégiant les classes mobiles. Des propositions figurent en annexe 4.
- Former les conseillers pédagogiques à la pensée informatique de manière à accompagner les enseignants.
- Équiper chaque circonscription d'un kit de robots permettant aux écoles de réserver ce matériel pour conduire des activités de manipulation de robots.
- Développer la pratique d'activités débranchées en CM1 et CM2.
- En sixième, organiser des séances d'initiation à un langage par blocs (tel Scratch).

Préconisations n° 4 pour le cycle 4

Premier scénario : promouvoir la pratique de l'informatique dans la structure actuelle

En conservant la prise en charge de la pratique de l'informatique par les professeurs aux cycles 3 et 4 dans les disciplines concernées, la mission recommande :

- une révision des programmes visant à expliciter les objectifs d'apprentissage (contribution à la pensée informatique), des repères de progressivité entre les cycles et intra-cycles, un nombre d'heures d'apprentissage (avec le temps de pratique sur machine), les concepts et méthodes à acquérir ainsi que les exigences quant aux problèmes à résoudre pour enrichir les situations d'apprentissage et les bonnes pratiques pédagogiques ;
- une formation de tous les enseignants de mathématiques et de technologie aux fondements et à la didactique de l'informatique, et pas seulement à la prise en main d'outils. Pour ce faire il s'agirait de former en binôme un professeur de chaque discipline par collège en charge ensuite de former ses collègues, soit 10 600 professeurs. Ces personnes sont à distinguer du référent pour les ressources et usages pédagogiques numériques (RPUN). Il est possible de s'appuyer sur les ressources développées pour les enseignements d'informatique au lycée voire de développer un parcours de formation hybride spécifique et de solliciter les professeurs de lycée pour assurer des formations, notamment en s'appuyant sur les professeurs certifiés numérique et sciences informatiques (NSI) et agrégés d'informatique. Les professeurs ainsi formés pourraient bénéficier d'une habilitation reconnaissant leur capacité à former leurs collègues ;
- une intégration en formation initiale des fondements et de la didactique de l'informatique ;

- de prévoir dans l’emploi du temps des enseignants de mathématiques et de technologie un créneau horaire leur permettant de se concerter sur leur progression pédagogique (approche par les acquis des deux disciplines pour coordonner les progressions pédagogiques) ;
- la réalisation de projets interdisciplinaires via les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) avec des thèmes qui attirent les filles comme les garçons et associant les autres disciplines ;
- une réflexion sur l’équipement informatique des écoles et des collèges permettant plus d’agilité dans la pratique informatique en articulant équipement mobile, équipement des élèves, ordinateurs en fond de classe et salle informatique ainsi que les possibilités de connexion à internet. Des propositions figurent en annexe 4.

Deuxième scénario : installer un enseignement spécifique d’informatique au cycle 4

Dans le cadre d’une éventuelle réforme du collège, il s’agit d’installer un enseignement d’informatique avec un programme dédié, à l’instar de ce qui a été fait au lycée et de ce qui est aujourd’hui la règle dans de nombreux pays européens. Il faut alors revoir la grille horaire et les contenus des programmes des différents enseignements au collège.

L’acquisition des compétences du socle, des apports et des spécificités de chaque discipline ainsi que des conditions d’évaluation (contrôle continu, DNB, soutenance) méritent une étude approfondie s’agissant de la pertinence, de la cohérence de l’articulation des apprentissages dispensés et des parcours initiés au collège ainsi que les incidences quant aux ressources humaines.

Cela nécessite de définir un programme qui explicite les contenus à enseigner et la progressivité des apprentissages sur le cycle 4.

On peut envisager différentes pistes comme celle d’un enseignement d’informatique à hauteur d’une heure par semaine sur chaque niveau du cycle 4, avec la possibilité d’organiser deux heures tous les 15 jours (plutôt en quatrième et troisième quand les élèves sont plus matures) avec un accès facilité à un équipement informatique (poste informatique, logiciels, objets ou systèmes programmables).

Cela nécessite de former dans un premier temps des formateurs en capacité de dispenser en académie des formations aux professeurs de toute discipline souhaitant prendre en charge cet enseignement, et délivrer une certification à ces enseignants formés. Il s’agit de faire acquérir les fondements de l’informatique et de sa didactique ainsi que l’usage des outils, une solution étant une formation hybride s’appuyant sur un parcours M@gistère dédié.

À terme les titulaires du Capes NSI, tout comme d’autres valences, pourraient assurer cet enseignement.

Préconisations n° 5 pour le diplôme national du brevet (DNB)

Concernant l’évolution de diplôme national du brevet, la mission propose que l’évaluation de l’informatique constitue une épreuve pratique selon des modalités contingentes des scénarios précédemment présentés.

Dans le cadre du premier scénario, la mission propose les évolutions suivantes :

- en mathématiques, il s’agit de mettre à disposition des équipes une banque d’exercices pratiques pour une épreuve sur machine en contrôle terminal ;
- en technologie, un projet, associant les différents processus de la pensée informatique (résolution de problème, rédaction d’algorithme, codage, simulation et programmation, etc.) réalisé par les élèves pourrait être un levier avec présentation orale du projet.

Dans le cadre du deuxième scénario, l’évaluation de la discipline informatique au DNB pourrait se faire via le contrôle continu.

Préconisations n° 6 pour favoriser l'engagement des filles comme des garçons dans la pratique de l'informatique

Pour favoriser l'engagement des filles comme des garçons dans la pratique de l'informatique, la mission recommande :

- de permettre aux professeurs, par la mise à disposition de ressources, de proposer des activités aux thèmes variés susceptibles d'intéresser tous les élèves ;
- d'encourager la pédagogie et la démarche de projet, identitaires de l'apprentissage de l'informatique, tout en veillant à ce que la répartition des rôles ne soit pas genrée ;
- de sensibiliser les professeurs aux biais de genre dans la pratique informatique.

Introduction

Dans un courrier adressé en octobre 2021 à la cheffe de service de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), le ministre de l'éducation, de la jeunesse et des sports a demandé une mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4.

Il s'agit de dresser un état des lieux de la pratique informatique aux cycles 3 et 4, avec les points d'attention suivants :

- quelles pratiques dans les classes (volume horaire, type d'activités, évaluation) ?
- quelle contribution au développement de la pensée informatique ?
- quel travail en commun entre les disciplines mathématiques et technologie ?
- quel engagement des filles et des garçons dans les activités proposées ?

Les membres de la mission ont cherché à évaluer la contribution des enseignements au développement de la pensée informatique. Si ce concept est absent des programmes, il fait néanmoins l'objet d'une évaluation dans le cadre de l'enquête ICILS pour laquelle un panel d'élèves de quatrième a été testé en 2018 et sera testé en 2023.

Pour mener à bien la mission, ses membres ont procédé de la façon suivante :

- mobilisation des précédents rapports¹ produits sur le sujet ;
- conduite d'auditions (représentants de l'administration centrale, cadres en académies, associations d'enseignants de mathématiques et de technologie, syndicats de chefs d'établissement, sociétés savantes, acteurs privés engagés dans la pratique informatique) ;
- analyse des contenus des manuels scolaires ;
- administration d'un questionnaire² adressé aux IA-IPR de mathématiques et de technologie de toutes les académies ;
- déplacements en académies pour des observations en collège et la rencontre avec des personnels des rectorats (notamment en charge du numérique dans le premier degré).

1. La pensée informatique : de quoi parle-t-on ?

Dans l'éducation le terme « informatique » est depuis longtemps ambigu, souvent confondu avec l'usage de solutions logicielles ou encore la littératie numérique, *i.e.* la capacité à évoluer aisément dans un monde numérique.

Si la littératie numérique repose sur les usages du numérique dans des tâches et activités quotidiennes (rechercher de l'information, mettre en forme un document plurimédia, intégrer du texte, de l'image, du son, etc.), la pensée informatique est un concept ancien lié à la discipline informatique.

1.1. Un concept didactique

Si on se réfère à l'article *Pensée informatique : points de vue contrastés*³, la notion de pensée informatique s'est développée dès les années soixante mais plus en encore au cours des années soixante-dix et quatre-vingt au moment du développement de l'informatisation. Dès lors que l'informatique offre une puissance de calcul et de stockage, elle permet de résoudre certains problèmes que l'être humain ne pouvait pas traiter jusqu'à présent.

¹ Laurent Chéno, Michel Reverchon-Billot, Claude Bergmann, Christine Gaubert-Macon, Ollivier Hunault, Florence Smits (2014). Le pilotage des conditions de mise en œuvre des premiers apprentissages du codage informatique dans le cadre de la scolarité obligatoire (rapport d'étape n° 2014-076). IGEN.

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

² Le texte des questionnaires est présenté en annexe 3 de ce rapport. Le questionnaire ouvert entre le 1^{er} janvier 2022 et le 15 février 2022 a permis de récolter les réponses de 20 académies en mathématiques et 14 académies en technologie.

³ Béatrice Drot-Delange, Jean-Philippe Pellet, Yannis Delmas-Rigoutsos, Éric Bruillard (2019). Pensée informatique : points de vue contrastés. In: Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, volume 26, p. 39-61.

La littérature concernant la pensée informatique est foisonnante et la définition évolue au fil des publications. Des invariants semblent se détacher : c'est un processus de pensée mobilisant abstraction et décomposition. Il s'agit d'une approche théorique dont l'opérationnalisation ne va pas de soi.

La pensée informatique peut être présentée comme un processus intellectuel visant à englober la définition, la formulation des problèmes, leur résolution mais aussi l'expression de solutions de manière à ce qu'ils puissent à la fois être pris en charge par un dispositif de traitement automatisé (ordinateurs, applications logicielles) et être exécutés.

La pensée informatique selon Jeannette Wing

Le concept de pensée informatique a été popularisé par Jeannette Wing en 2006 dans un article intitulé « *Computational thinking* »⁴. Elle définit la pensée informatique comme un ensemble de compétences cognitives spécifiques et de processus de résolution de problèmes. Selon Jeannette Wing, la pensée informatique reformule un problème apparemment difficile en un problème que nous savons résoudre, soit par réduction, par intégration, par transformation ou par simulation. Pour cette universitaire, « *penser informatiquement, relève donc d'un ensemble d'attitudes, et d'acquis universellement applicables, que tous, et pas seulement les informaticiens, devraient apprendre et maîtriser* » :

- Penser informatiquement, c'est penser récursivement en interprétant des données et du code, c'est aussi vérifier ou encore distinguer ;
- Penser informatiquement, c'est choisir une représentation ou modéliser un problème pour le rendre accessible ;
- Penser informatiquement, c'est utiliser des invariants pour décrire le comportement d'un système ;
- Penser informatiquement, c'est utiliser des raisonnements heuristiques pour trouver une solution ;
- Penser informatiquement, c'est apprécier un programme pour son efficacité (adressage, appel de procédures, protection, stockage et sauvegarde de données, récupération).

En 2014 elle précisera que la pensée informatique ne concerne pas seulement la résolution d'un problème mais aussi sa formulation.

1.2. Une définition institutionnelle

Dans l'enquête ICILS 2018⁵, la pensée informatique est définie comme la capacité d'un individu à identifier les problèmes du monde réel qui sont appropriés pour une formulation informatique, ainsi qu'à évaluer et à développer des solutions algorithmiques à ces problèmes afin de les mettre en œuvre à l'aide d'un ordinateur. Selon le cadre de cette évaluation, la pensée informatique comprend deux sous-dimensions :

- la conceptualisation des problèmes ;
- la mise en œuvre de solutions (création, mise en œuvre et évaluation de solutions informatiques à des problèmes).

Depuis ces dernières années, la question de l'enseignement de l'informatique et de la programmation est revenue régulièrement dans les débats. Des réponses ont été apportées dans les propositions de programmes au collège, au lycée, dans l'enseignement supérieur. Elles sont à associer aux attentes et besoins de la société et de l'industrie traversées par les usages du numérique et par le numérique professionnalisant. Progressivement un continuum de formation s'est développé et structuré. La pensée informatique est donc considérée utile pour faire face à la réalité actuelle et à venir, comme une compétence cruciale pour les citoyens et professionnels du 21^e siècle.

⁴ Jeannette M. Wing (2006). *Computational Thinking*. Communications of the ACM, vol. 49, n° 3. Mme Wing était alors professeure d'informatique à l'université Carnegie Mellon, à Pittsburg. Un article publié dans le bulletin de l'association Specif en 2008 permet d'aborder le sujet en français : <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/ct-french.pdf> ou <https://interstices.info/la-pensee-informatique>. En 2014, Jeannette Wing a apporté des précisions dans l'article : Wing, J. M. (2014). *Computational Thinking Benefits Society. Social Issues in Computing Blog*. New York: Academic Press.

⁵ <https://www.education.gouv.fr/icils-2018-evaluation-internationale-des-eleves-de-quatrieme-en-litteratie-numerique-et-pensee-7037>

Des recherches démontrent les bénéfices que des apprenants peuvent tirer de cet apprentissage de la pensée informatique dans leur approche et compréhension du monde moderne qui les entourent, dans leur capacité à résoudre des problèmes dans de nombreuses disciplines avec l'appui d'un environnement informatique : abstraction, investigation, résolution de problèmes, logique séquentielle, algorithmique, apprentissage par l'erreur, coopération. Si aujourd'hui la pensée informatique est considérée comme directement liée à l'enseignement de l'informatique, elle ouvre également un potentiel de transversalité, de transférabilité vers d'autres domaines, comme les mathématiques ou les arts.

Comme dans l'évaluation internationale ICILS, il faut bien distinguer au niveau des apprentissages et en termes de compétences, la pensée informatique de la littératie numérique : ce sont des savoirs faire différents qui requièrent des processus cognitifs différents.

2. Un déploiement de l'informatique sans référence explicite à la pensée informatique

L'enseignement de l'informatique s'est déployé à partir d'une impulsion nationale jusque dans les classes, sans intention spécifique d'apprentissage de la « pensée informatique ».

2.1. Une volonté nationale d'apporter des repères pour le second degré

Lors de la réforme de l'enseignement au collège de 2015, des contenus liés à l'informatique sont définis en mathématiques et en technologie au cycle 4. Au cycle 3 l'enseignement de sciences et technologie fait référence à la notion d'algorithme.

En mathématiques au collège, le thème E du programme est nommé « Algorithmique et programmation ».

Il est précisé dans le programme :

« Au cycle 4, les élèves s'initient à la programmation, en développant dans une démarche de projet quelques programmes simples, sans viser une connaissance experte et exhaustive d'un langage ou d'un logiciel particulier. En créant un programme, ils développent des méthodes de programmation, revisitent les notions de variables et de fonctions sous une forme différente, et s'entraînent au raisonnement. »

En technologie au collège, le thème de l'informatique et la programmation est présent dans le programme qui précise :

« Cet enseignement vise à appréhender les solutions numériques pilotant l'évolution des objets techniques de l'environnement de vie des élèves. Les notions d'algorithmique sont traitées conjointement en mathématiques et en technologie.

Dans le cadre des projets, les élèves utilisent des outils numériques adaptés (organiser, rechercher, concevoir, produire, planifier, simuler) et conçoivent tout ou partie d'un programme, le compilent et l'exécutent pour répondre au besoin du système et des fonctions à réaliser. Ils peuvent être initiés à programmer avec un langage de programmation couplé à une interface graphique pour en faciliter la lecture. La conception, la lecture et la modification de la programmation sont réalisées au travers de logiciels d'application utilisant la représentation graphique simplifiée des éléments constitutifs de la programmation. »

À la parution des programmes du cycle 3 et du cycle 4, en novembre 2015, les groupes disciplinaires de l'inspection générale de l'éducation nationale de mathématiques et de sciences et techniques industrielles ont pris l'initiative de concevoir différents documents d'accompagnement ou ressources pour enseigner les nouveaux programmes, avec l'appui de la DGESCO. L'accompagnement des contenus à enseigner et des pratiques pédagogiques à y associer a fait l'objet de différentes illustrations concrètes des programmes, présentées dans le cadre d'actions des plans nationaux de formation (PNF) disciplinaires. C'est ainsi que les contenus d'informatique nouvellement apparus dans les programmes ont fait l'objet de recommandations pour aborder les compétences inscrites dans les deux programmes de mathématiques et de technologie au collège.

En mathématiques, une formation courte à la programmation via le logiciel Scratch a visé tous les professeurs.

Pour l'enseignement de la technologie, en 2015, à la suite de la nouvelle écriture des programmes et du socle commun de connaissances, de compétences et de culture (S4C), différents séminaires, animés par le groupe STI de l'IGEN, se sont succédés pour illustrer les compétences et contenus à enseigner en classe de 6^e, 5^e, 4^e et 3^e (10 décembre 2015, 24 mars 2016). Les actes de ces séminaires ont été ensuite relayés dans les académies au travers de séminaires et au travers des sites académiques.

Ainsi progressivement, pour le cycle 3 comme pour le cycle 4, le site national pour l'enseignement de la technologie, les sites académiques, le site Éduscol se sont enrichis de ressources pédagogiques pour accompagner les professeurs dans leurs expertises disciplinaires et dans leurs pratiques didactiques et pédagogiques, pour mettre en œuvre ces enseignements, pour inscrire cet enseignement dans une logique de socle.

Une initiative québécoise

Un exemple de politique volontariste peut être observé au Québec qui, en 2019, a élaboré un plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur. Ce plan prévoyait l'utilisation de la programmation informatique à des fins pédagogiques dans toutes les écoles du Québec⁶.

Pour cela, un projet particulier d'accompagnement à la programmation informatique a donc été mis sur pied par le ministère et le groupe STEM (acronyme de « *science, technology, engineering, and mathematics* ») pour offrir des activités conçues et adaptées aux élèves du préscolaire, du primaire et du secondaire pour les années scolaires 2021-2022 et 2022-2023.

2.2. Des initiatives pour favoriser une interdisciplinarité et une implication de toutes les disciplines dans les enjeux du numérique et de l'informatique

Pour favoriser au niveau de différentes disciplines l'acquisition d'une culture commune dans le domaine de l'informatique, en mars 2017, une action du plan national de formation (PNF) s'est tenue à Paris. Elle avait été initiée par les inspections générales concernées pour donner suite à l'introduction d'un enseignement d'informatique dans les programmes scolaires du cycle 4, au développement de l'enseignement d'exploration ICN (informatique et création numérique) en seconde et à la création d'une option facultative ICN en premières littéraire (L), économique et sociales (ES) et scientifique (S). Cette action du PNF avait pour objectif de réfléchir aux situations d'apprentissage entre formateurs académiques, IA-IPR de sciences et techniques industrielles et de mathématiques, aux modalités particulières mises en œuvre dans ces enseignements, aux problématiques de l'évaluation et de la différenciation, aux liens interdisciplinaires qui pouvaient être construits.

2.3. Dans le second degré, une impulsion pédagogique avec un fort caractère disciplinaire malgré des initiatives pour trouver une convergence d'approche pédagogique en académie

L'enquête réalisée auprès des IA-IPR de mathématiques et de sciences et techniques industrielles montrent que le suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 est, le plus souvent, inexistant (cf. figure 1). Ce même questionnaire montre également qu'il existe dans moins de la moitié des académies qui ont répondu un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie. Cette coopération, quand elle existe, porte sur la production de ressources, l'animation commune de stages de formation continue ou encore la production de parcours M@gistère.

⁶ <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/programmation-informatique/>

Figure 1 : résultats du questionnaire adressé aux IA-IPR par la mission

Y a-t-il un suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans l'académie ?	
<i>Réponses des IA-IPR de mathématiques</i>	<i>Réponses des IA-IPR STI</i>
Oui : 3	Oui : 1
Non : 17	Non : 13
Y-a-t-il un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie au niveau académique ?	
<i>Réponses des IA-IPR de mathématiques</i>	<i>Réponses des IA-IPR STI</i>
Oui : 6	Oui : 5
Non : 14	Non : 9

Source : enquête menée par la mission auprès des IA-IPR

Lorsqu'on analyse plus finement les modalités de pilotage de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans les académies on peut distinguer trois niveaux différents :

- un pilotage disciplinaire sans travail commun (situation majoritaire) ;
- un pilotage disciplinaire avec des actions ponctuelles de travail en commun ;
- un pilotage interdisciplinaire avec un suivi réalisé en commun (situation exceptionnelle observée à Bordeaux et Nantes).

2.4. Dans le premier degré, une impulsion et un accompagnement institutionnels mais un apprentissage de la pensée informatique peu développé

Les délégations régionales académiques au numérique éducatif (DRANE) et les délégations académiques au numérique éducatif (DANE) sont engagées au déploiement des différents piliers et dimensions du numérique, numérique au service de la citoyenneté, numérique au service des apprentissages, numérique au service de la continuité pédagogique. Aussi, depuis plusieurs années, dans le cadre des impulsions successives de la direction au numérique éducatif (DNE), les conseillers de recteurs (DRANE ou DANE) accompagnent les différentes dimensions, que ce soit dans l'accompagnement des équipements (ordinateurs portables, tablettes, robots), des pratiques pédagogiques, de la certification (PIX), de projets ou challenges académiques ou nationaux ou lorsqu'il s'agit d'assurer encore la continuité pédagogique des apprentissages et la communication entre professeurs, élèves et parents d'élèves.

Concernant les enjeux et dimensions pédagogiques liés à l'apprentissage de l'informatique et de la programmation, les DRANE ou DANE font la promotion des appels à projet numériques lancés par les collectivités territoriales et les partagent avec les élus des collectivités territoriales, les représentants des intercommunalités, et par l'intermédiaire des IEN 1^{er} degré, avec les maires des communes.

Les services rectoraux concernés se sont renforcés d'équipes d'experts, déchargés, intervenants ou parfois formateurs au sein des INSPÉ, généralement des professeurs de lycée, de différentes disciplines, en capacité de former les conseillers pédagogiques départementaux et les conseillers pédagogiques de circonscription « numériques ».

Le copilotage initié dans les académies, puis dans les départements et dans les circonscriptions avec les inspecteurs IEN du premier degré permet la montée en puissance en matière de dotation ou de prêts d'équipements pour envisager la montée en compétence des professeurs du premier degré. C'est au travers des équipements tels que PC ou tablettes, mallettes pédagogiques, petits robots que ces apprentissages sont initiés, en complément des activités « débranchées » et pour éviter des activités décontextualisées.

Certaines académies travaillent de concert avec l'INSPÉ, les maisons de la science, la fondation « main à la pâte » pour accompagner les professeurs. Des académies travaillent aussi avec des chercheurs pour mesurer la portée des apprentissages en matière de pensée informatique au travers des activités de programmation. Ainsi l'académie de Bordeaux s'est engagée, avec l'aide de chercheurs et la participation d'enseignants, à mesurer ces effets au titre de la persévérance scolaire.

À l'initiative des DRANE, des DANE et des corps d'inspection, des ressources sont créées puis testées, des parcours d'autoformation M@gistère s'ouvrent aux professeurs du premier degré, comme à ceux du second degré. Des bibliothèques d'applications deviennent disponibles, des parcours par niveau de formation sont créés, des communautés d'usages se développent autour de la programmation. La généralisation de la plateforme CAPYTALE⁷, hébergée par l'académie de Paris, accessible aux professeurs et aux élèves au travers des environnements numériques de travail (ENT) des unités de formation, devrait permettre des usages partagés des applications permettant de programmer pour développer une pensée informatique.

Cependant les auditions réalisées avec les cadres en charge du déploiement de ces modalités montrent, *in fine*, que peu d'inspecteurs sont conscients de l'existence d'une « pensée informatique » comme démarche d'apprentissage à faire acquérir aux élèves. En vertu des programmes et des difficultés de montée en compétences des enseignants, leur préoccupation est essentiellement centrée sur le déploiement de solutions opérationnelles permettant aux élèves d'aborder la programmation. De ce fait, les étapes permettant une initiation de tous aux différents aspects de la « pensée informatique » ne sont pas prises en compte dans la conception des contenus dispensés aux élèves.

Préconisations concernant le pilotage

Préconisation n° 1

Identifier au niveau académique une personne ou un groupe chargé du pilotage de la discipline informatique dans l'académie du cycle 3 jusqu'au lycée, avec l'objectif du développement de la pensée informatique, parallèlement au développement des usages du numérique. Cette personne ou ce groupe sera en relation avec les INSPÉ, les services académiques (notamment la DAN et l'EAFC), les DASEN, les inspecteurs territoriaux et identifié par les chefs d'établissement.

Une solution est de confier ce pilotage aux IA-IPR en charge des enseignements d'informatique au lycée (SNT et NSI). Les IA-IPR devront s'appuyer sur des professeurs certifiés ou agrégés d'informatique disposant de l'expertise requise.

Préconisation n° 2

Solliciter l'IH2EF pour former les cadres (conseillers de recteurs, inspecteurs et chefs d'établissement) pour leur permettre de s'approprier les exigences et enjeux de la pensée informatique de manière à ce qu'ils les distinguent de ceux de la littératie numérique dans les apprentissages.

3. État des lieux sur la pratique de l'informatique en cycle 3

3.1. Des programmes ne faisant pas explicitement référence à la pensée informatique

Au cycle 3 des contenus associés à des notions d'informatique sont présents en sciences et technologie et en mathématiques. Ils permettent aux élèves d'acquérir des compétences dans le domaine des langages pour penser et communiquer, dans le domaine des méthodes et outils pour apprendre, dans le domaine de l'étude des systèmes naturels et techniques.

Le tableau suivant décrit la contribution de l'enseignement de sciences et technologie.

Compétences du socle visées	Objectifs	Contenus
Pratiquer des langages et plus précisément « Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple) ».	Découvrir de nouveaux modes de raisonnement en mobilisant leurs savoirs et savoir-faire pour répondre à des questions, en exprimant une hypothèse, en formulant une problématique, en exploitant des informations ou des résultats.	Le thème « Matière, mouvement, énergie, information » indique dans les repères de progressivité « En classe de sixième, l'algorithme en lecture introduit la notion de test d'une information (vrai ou faux) et l'exécution d'actions différentes selon le résultat du test ». L'utilisation des outils

⁷ <https://capytale2.ac-paris.fr/web/accueil>

		numériques doit permettre de former les élèves à la démarche de résolution de problème, et les élèves sont invités « à recourir à différentes ressources et aux démarches d’investigation pour observer, décrire, établir des relations causes à effet ».
--	--	---

Le tableau suivant décrit la contribution de l’enseignement de mathématiques.

Compétences du socle visées	Objectifs	Contenus
Pratiquer des langages et plus précisément « Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple) ».	<p>Les élèves apprennent à utiliser des logiciels de calculs et d’initiation à la programmation.</p> <p>Ils mènent des activités pour se repérer et se déplacer dans l’espace en utilisant ou en élaborant des représentations sont définies à savoir : « Programmer les déplacements d’un robot ou ceux d’un personnage sur un écran en utilisant un logiciel de programmation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - vocabulaire permettant de définir des positions et des déplacements (tourner à gauche, à droite ; faire demi-tour, effectuer un quart de tour à droite, à gauche) ; - divers modes de représentation de l’espace : maquettes, plans, schémas ». 	Le thème « Espace et géométrie » précise : « Les activités spatiales et géométriques sont à mettre en lien avec les deux autres thèmes : résoudre dans un autre cadre des problèmes relevant de la proportionnalité ; utiliser en situation les grandeurs (géométriques) et leur mesure. Par ailleurs, elles constituent des moments privilégiés pour une première initiation à la programmation notamment à travers la programmation de déplacements ou de construction de figures ».

En mathématiques, comme en sciences et technologie, la pensée informatique comme mode de raisonnement n’est pas directement explicitée dans les programmes.

3.2. Des activités plutôt centrées sur l’usage de robots

Les activités proposées aux élèves s’appuient généralement sur l’usage de robots, le plus souvent programmés à l’aide de tablettes. Cela permet aux élèves de programmer le déplacement du robot à l’aide d’un langage par blocs spécifique à l’objet. Ainsi les élèves prennent conscience que les robots sont programmés par des êtres humains.

La pratique de l’informatique débranchée⁸ est encore peu développée et pas forcément encouragée (certains estimant que seule la validation des algorithmes par la programmation permet d’enseigner l’informatique). Elle permet cependant de développer des raisonnements logiques chez les élèves qui préparent à la découverte des algorithmes puis de la programmation.

Concernant le temps d’exposition des élèves à la pratique de l’informatique, la mission n’a pas pu obtenir de données précises.

⁸ <https://primabord.eduscol.education.fr/qu-est-ce-que-l-informatique-debranchee>

3.3. Une difficile montée en compétences des enseignants

Les auditions réalisées par la mission montrent une réelle difficulté pour faire monter en compétences les enseignants du premier degré dans le domaine de l'informatique. Plusieurs raisons ont été avancées par les cadres en académie pour expliquer cela :

- la priorité donnée au français et aux mathématiques (cf. les plans respectifs en formation continue) ;
- la difficulté d'accès à du matériel (malgré les initiatives institutionnelles) ;
- le peu de formation, d'appétence voire une certaine appréhension des professeurs du premier degré pour l'informatique.

Au regard de cette situation, la stratégie la plus souvent déployée par les cadres académiques consiste à confier l'animation d'activités informatiques à des intervenants extérieurs à l'école. Ces derniers peuvent être des conseillers pédagogiques de circonscription, des formateurs académiques, des formateurs de l'INSPÉ, des professeurs de technologie (dans le cadre de la liaison école-collège), des étudiants à l'INSPÉ ou encore des partenaires scientifiques comme les Maisons de la science. De manière générale, ces intervenants se déplacent au sein des écoles avec du matériel (tablettes, robots, etc.) pour animer des séances d'enseignement portant sur la programmation. Au-delà de permettre aux élèves d'aborder la programmation, la volonté de permettre une montée en compétences des enseignants du premier degré a été relevée par la mission.

Dans certaines académies, des lots de robots sont disponibles par circonscription et peuvent être prêtés aux écoles pour une activité animée souvent par un tiers, comme nous venons de le voir. Ces robots servent notamment à préparer les élèves à des concours de robotique avec l'appui des enseignants référents aux usages du numérique (ERUN).

Dans l'académie de Versailles deux départements ont mis en place une brigade d'intervention du numérique : une équipe de formateurs vient dans une école assurer à la fois la formation des enseignants et remplacer les enseignants dans leur classe pour des pratiques numériques avec les élèves qui peuvent concerner l'informatique. La formation est négociée par école et, après la formation, l'ERUN ou un conseiller pédagogique de la circonscription prend le relais.

Enfin la pratique de l'informatique n'est pas un sujet abordé dans les conseils école-collège.

3.4. Focus sur un exemple de ressources pour l'enseignement de l'informatique à l'école primaire : le projet Iota (Informatique ouverte à tous les apprenants)

Le projet Iota a été développé par l'École 42 dans l'objectif de fournir aux enseignants de cycle 3 un programme d'apprentissage du numérique et de l'informatique en classe. La formation est basée sur une plateforme en ligne que l'École 42 met gratuitement à disposition des écoles.

Ce projet fait l'objet d'une convention entre la direction du numérique éducatif (DNE) du ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports et l'École 42. Le ministère a sélectionné les classes faisant l'objet de l'expérimentation et se donne trois ans pour évaluer le projet.

Pour l'année scolaire 2021-2022, le projet a fait l'objet d'une expérimentation dans 30 classes test d'écoles de REP et REP+. En début d'année scolaire le projet a dû s'interrompre pour des problèmes de compatibilité de la plate-forme avec les contraintes des pare-feu installés dans les écoles.

Développée en partenariat avec des enseignants et d'autres partenaires (notamment pour la culture numérique l'école de journalisme de Lille), la plate-forme d'apprentissage propose des activités qui visent à développer chez les élèves de cycle 3 :

- des compétences numériques dans trois domaines ;
 - culture du numérique,
 - création de contenu,
 - codage.
- des compétences non cognitives.

L'approche pédagogique qui est mise en place valorise un apprentissage par les pairs : l'élève réalise les activités mais est aussi appelé à aider ses camarades et à évaluer les activités réalisées par ses camarades. Un système de points permet de valoriser à la fois la réussite d'une activité mais aussi l'entraide. Les enseignants disposent d'un service de suivi des élèves associé à la plateforme. Un cahier d'activités en lien avec les points du programme leur est fourni.

Le programme prévoit deux heures d'apprentissage par semaine (mais c'est plutôt une heure trente). Des rendez-vous hebdomadaires sont prévus entre l'équipe IOTA et les enseignants (ce qui est difficile à tenir). Les enseignants disposent d'un espace pour échanger. Il est prévu un questionnaire pour améliorer la solution. Dans un an les professeurs seront invités à créer des activités.

La mission a pu assister à des séances en classe animées par des membres de l'École 42 en présence de l'enseignant qui ainsi se formait à l'usage de la plateforme. Les exercices de codage réalisés par les élèves mobilisaient des capacités de logique.

La mission a pu relever quelques points de vigilance :

- les obstacles cognitifs ne peuvent pas être levés par des camarades, le besoin de l'enseignant reste prégnant ;
- la guidance de l'enseignant pourrait être revue de manière, par exemple, à profiter des activités pour travailler l'écrit ;
- certaines activités nécessitent une aisance à la lecture ;
- la gestion de la classe est difficile pour l'enseignant seul. En effet, du fait de l'apprentissage par les pairs, les élèves sont amenés à se déplacer dans la classe pour aller aider un camarade ou valider son activité. Par ailleurs, la latence dans l'interaction homme - machine génère de l'impatience chez les élèves ;
- la solution a encore quelques problèmes ergonomiques (bouton d'aide invisible par exemple).

En l'état actuel la mission a jugé que le modèle actuel mérite des adaptations, à savoir veiller à une alternance des temps d'apprentissage : il s'agit de prévoir des activités plus courtes permettant un temps de mise en commun pour créer une dynamique collective (car l'apprentissage par les pairs tel qu'il est conçu dans le projet crée des relations de pair à pair uniquement) et de prévoir un temps pour la consolidation des acquis.

Préconisations pour le cycle 3

Préconisations n° 3

Concernant la pratique de l'informatique au cycle 3, la mission recommande de :

- Développer l'équipement des écoles primaires en mobilisant les plans informatiques dans les territoires, en privilégiant les classes mobiles. Des propositions figurent en annexe 4.
- Former les conseillers pédagogiques à la pensée informatique de manière à accompagner les enseignants.
- Équiper chaque circonscription d'un kit de robots permettant aux écoles de réserver ce matériel pour conduire des activités de manipulation de robots.
- Développer la pratique d'activités débranchées en CM1 et CM2.
- En sixième, organiser des séances d'initiation à un langage par blocs (tel Scratch).

4. État des lieux sur la pratique de l'informatique au collège en cycle 4

Cet état des lieux s'appuie sur les observations menées en académies et sur deux questionnaires, le premier à destination des IA-IPR de mathématiques et le second aux IA-IPR de sciences et techniques industrielles en académie. Un seul jeu de réponses par académie était demandé. Vingt académies ont ainsi répondu au questionnaire de mathématiques et 14 à celui de technologie. Les questionnaires ont été ouverts du 1^{er} janvier 2002 jusqu'au 15 février 2022.

4.1. En mathématiques

4.1.1. Des programmes en lien avec la pensée informatique

Le programme de mathématiques du cycle 4 contient un chapitre « Algorithmique et programmation ». Les attendus de fin de cycle sont « Écrire, mettre au point un programme simple » associés à la compétence « Écrire, mettre au point (tester, corriger) et exécuter un programme en réponse à un problème donné ». Les connaissances à acquérir sont les bases de l'algorithmique, à savoir :

- notions d'algorithme et de programme ;
- notion de variable informatique ;
- déclenchement d'une action par un événement ;
- séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles.

Les activités suggérées par le programme sont tournées vers des jeux classiques.

Les attendus⁹ du programme sont présentés selon 3 niveaux. Le premier niveau correspond à un programme simple utilisant des blocs fournis par le professeur avec des instructions conditionnelles et/ou la boucle « Répéter ... fois ». Le niveau 2 exige plus d'autonomie dans la programmation et l'utilisation d'une variable dans un programme. Le niveau 3 est atteint lorsque l'élève sait décomposer un problème en sous-problèmes et écrire plusieurs *scripts* fonctionnant en parallèle pour gérer des interactions et créer des jeux.

Les élèves doivent acquérir ces trois niveaux à leur rythme pour atteindre le niveau 3 en fin de troisième.

4.1.2. Des équipements variés mais parfois inadaptés

La plupart des établissements possède au moins une classe équipée d'ordinateurs, et pour certains des classes mobiles. L'équipement global en ordinateurs des collèges est donc le plus souvent suffisant pour assurer sur ordinateur la partie informatique du cours de mathématiques. Mais cela suppose que le professeur découpe son enseignement en cloisonnant la partie informatique de la partie mathématique afin de rentabiliser la réservation de la salle informatique ou la mise en route de la classe mobile. Ceci ne permet pas une pratique informatique en interaction et appui du cours de mathématiques, ce que certains professeurs regrettent, tout comme le fait que les heures sur ordinateur ne soient pas dédoublées.

4.1.3. Un temps variable consacré à la pratique de l'informatique

Les enseignants utilisent très massivement le logiciel Scratch basé sur la programmation par blocs. L'utilisation d'activités débranchées ne concernent que 50 % des enseignants.

Les professeurs interrogés ont exprimé une tension entre le temps nécessaire à la pratique de l'informatique et l'ampleur du programme de mathématiques : la pratique de l'informatique sur poste prend du temps qui n'est pas proportionnel à l'importance du thème dans le programme. Par ailleurs la pratique de l'informatique sur machine en classe entière ne permet pas au professeur de répondre aux besoins de tous les élèves : de telles séances nécessiteraient d'être en demi-groupes. Les inspecteurs interrogés signalent que le traitement de cette partie du programme dépend aussi de l'appétence du professeur pour l'informatique, appétence à corrélérer avec son degré de maîtrise des concepts informatiques.

Étant donné le temps consacré à cette partie de programme sur le cycle, les problèmes posés aux élèves sont simples (ils portent généralement sur l'algèbre ou la géométrie), les séances de pratique sont espacées dans

⁹ <https://eduscol.education.fr/137/attendus-de-fin-d-annee-et-reperes-annuels-de-progression-du-cp-la-3e>

le temps et la consolidation des acquis par explicitation des concepts après une séance de pratique n'est pas effectuée, ce qui ne favorise pas le développement de la pensée informatique.

Alors que le programme encourage à la pratique dans le cadre de projets avec des objectifs pertinents spécifiques à cette discipline (par exemple la programmation de jeux), l'enseignement de l'informatique au sein du cours de mathématiques est plus souvent installé en appui et illustration du cours de mathématiques. Les programmes d'animations géométriques ou de calcul sont privilégiés, pratique encouragée par l'exercice réglementaire de programmation du sujet de DNB qui prend cette forme. Si la conduite de projets pluridisciplinaires, en particulier avec la technologie, ont pu se développer dans le cadre des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI), ces activités à long terme sont devenues plus rares depuis la perte d'attention de l'institution concernant les EPI.

Sur les académies de Lille et Créteil, les professeurs déclarent consacrer en moyenne entre 6 heures et 10 heures par an à l'informatique sur le cycle 4.

4.1.4. Une évaluation au DNB qui restreint la pratique sur machine

L'épreuve de mathématiques du DNB comporte de manière réglementaire un exercice d'algorithmique. Il s'agit le plus souvent d'un exercice qui propose des programmes rédigés dans le langage Scratch partiellement remplis qu'il s'agit de compléter, ou de corriger, avec une thématique de géométrie ou de calcul littéral. La préparation à cet exercice oriente le travail des enseignants et n'encourage pas la pratique sur machine en classe de troisième, au profit d'un travail sur les annales de façon « papier - crayon ».

Concernant les résultats au DNB, la seule information dont la mission a pu avoir connaissance est une statistique sur Toulouse : sur 6 000 copies du DNB en mathématiques à la session 2022, seuls 32 % des candidats ont répondu correctement aux 2 questions d'informatique (exercices présentant des programmes en langage Scratch en annexe 5), ce qui semble très faible.

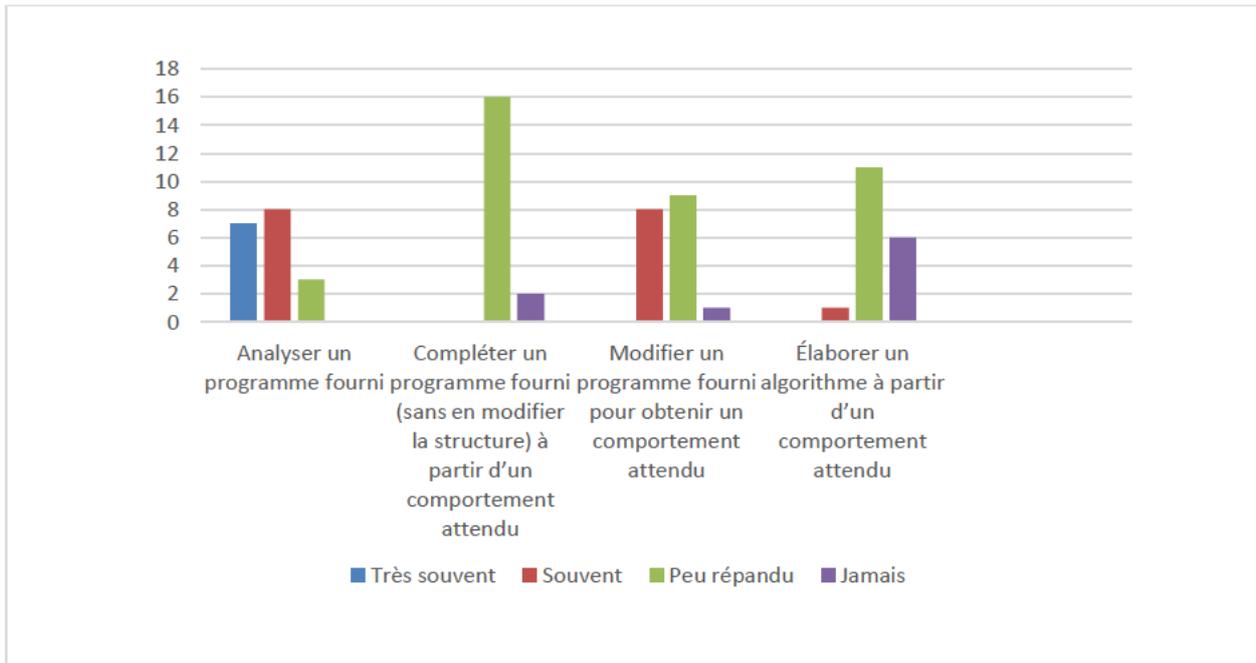
4.1.5. Des difficultés didactiques encore peu étudiées

De nombreux professeurs et inspecteurs, parmi ceux que la mission a interrogés, saluent positivement l'intérêt pédagogique du travail sur machine. Des élèves, en difficulté lorsqu'on leur demande une production écrite, se libèrent d'une forme d'appréhension et répondent plus naturellement à une machine. Le fait d'obtenir une réponse immédiate et l'approche essai - erreur, qui autorise des tâtonnements, semble aussi faciliter la participation et l'implication des élèves. Néanmoins, les enseignants se trouvent face à des difficultés didactiques encore peu étudiées par les chercheurs (par exemple sur la notion de variable) et pour lesquelles ils peinent à trouver des informations.

4.1.6. Des méthodes d'évaluation centrées sur l'interprétation plus que la conception

Sur la nature des questions posées aux élèves dans le cadre des évaluations portant sur l'informatique, les résultats de l'enquête sont présentés dans la figure ci-dessous.

Figure 2 : nature des évaluations liées à la programmation



Source : enquête menée par la mission auprès des IA-IPR

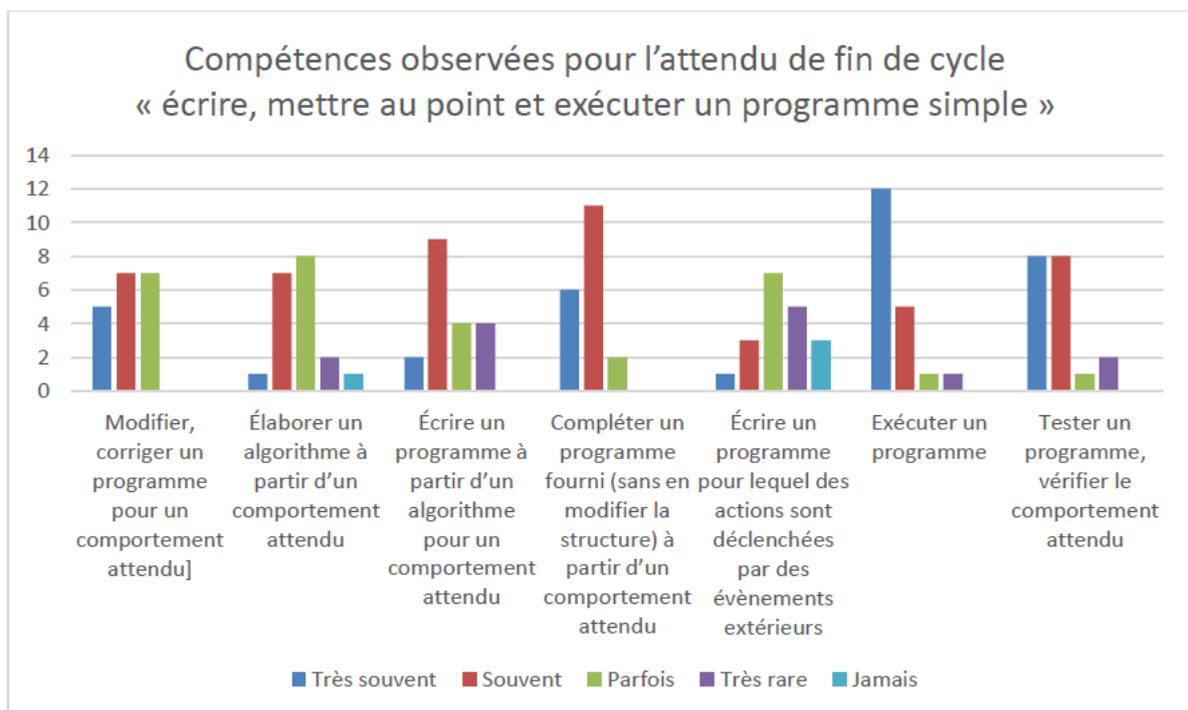
On observe que, pour les évaluations, il s'agit plutôt de demander aux élèves de réagir face à un programme donné que d'en écrire un directement.

4.1.7. Un bilan mitigé d'acquisition des compétences observées en fin de cycle

Un des attendus officiels concerne « écrire, mettre au point et exécuter un programme simple ».

Les résultats de l'enquête sont présentés ci-dessous.

Figure 3 : évaluation de l'acquisition des compétences en mathématiques liées à la programmation



Source : enquête menée par la mission auprès des IA-IPR

Par ailleurs, les connaissances informatiques souvent observées en relation avec cet objectif en fin de cycle 4 sont :

- Modifier un programme avec une seule boucle itérative et plusieurs variables ;
- Modifier un programme avec comptage.

Celles observées à 50 % en fin de cycle 4 sont :

- Écrire un programme avec une seule boucle itérative et plusieurs variables ;
- Écrire un programme avec comptage.

Les connaissances informatiques qui ne sont quasiment jamais atteintes au collège sont :

- Modifier un programme avec des boucles conditionnelles imbriquées ;
- Écrire un programme avec des boucles conditionnelles imbriquées ;
- Écrire un programme incluant des sous-programmes.

Le bilan est donc mitigé et, globalement, les attendus de la partie informatique du cours de mathématiques ne semblent pas atteints.

4.2. En technologie

4.2.1. Des programmes en lien avec la pensée informatique

Le programme de technologie du cycle 4 contient un chapitre intitulé « l'informatique et la programmation ». Les attendus de fin de cycle associés portent sur les capacités à :

- Comprendre le fonctionnement d'un réseau informatique ;
- Écrire, mettre au point et exécuter un programme.

Dans le cadre de cet enseignement, les élèves doivent développer plusieurs compétences qui sont en lien avec la pensée informatique. Les compétences concernées sont :

- Décrire, en utilisant les outils et langages de description adaptés, la structure et le comportement des objets ;
- Appliquer les principes élémentaires de l'algorithmique et du codage à la résolution d'un problème simple ;
- Imaginer, concevoir et programmer des applications informatiques pour des appareils nomades ;
- Simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet ;
- Piloter un système connecté localement ou à distance ;
- Modifier ou paramétrer le fonctionnement d'un objet communicant.

L'apprentissage de la programmation est généralement abordé par les professeurs de technologie de manière contextualisée. En effet, en technologie, les compétences relatives à la programmation sont abordées à travers la commande d'un système réel (ou d'une maquette représentant un système réel). Ce système ou cette maquette peut inclure un appareil nomade.

Pour ces attendus de fin de cycle, des repères de progressivité sont définis pour chaque année du cycle 4. Ils décrivent une montée en complexité des programmes que les élèves doivent élaborer permettant de manipuler les concepts de l'informatique de manière progressive.

4.2.2. Un équipement permettant une pratique sur des supports réels

La plupart des collèges dispose de salles dédiées à l'enseignement de la technologie. Ces salles sont équipées d'ordinateurs, de supports d'études relevant de différents champs technologiques, de maquettes et d'équipements connectés. Avec la mise en place des programmes en 2015, les apprentissages ont été développés essentiellement sur des supports tels que des robots mobiles. Par la suite, des cartes

programmables permettant de prototyper et commander des objets techniques ou des parties opératives ont permis d'enrichir ces apprentissages.

Le degré d'équipement est variable en fonction des territoires selon l'impulsion académique et les moyens alloués par les collectivités territoriales. Cette variabilité porte aussi bien sur le volume de matériel à disposition que sur la variété et la qualité d'équipements utilisables avec les élèves.

4.2.3. Une organisation pédagogique basée sur le travail collectif

Suite à la réforme du collège de 2015, les horaires d'enseignement alloués à la technologie sont passés de 2 heures à 1 heure 30 sur chaque année du cycle. La majeure partie de l'enseignement de technologie est réalisée en classe entière, les effectifs étant variables d'un établissement à l'autre, alors qu'antérieurement des dédoublements étaient mis en œuvre pour soutenir cet enseignement technologique et pratique (projets, réalisation d'objets, de maquettes, de prototypes, etc.).

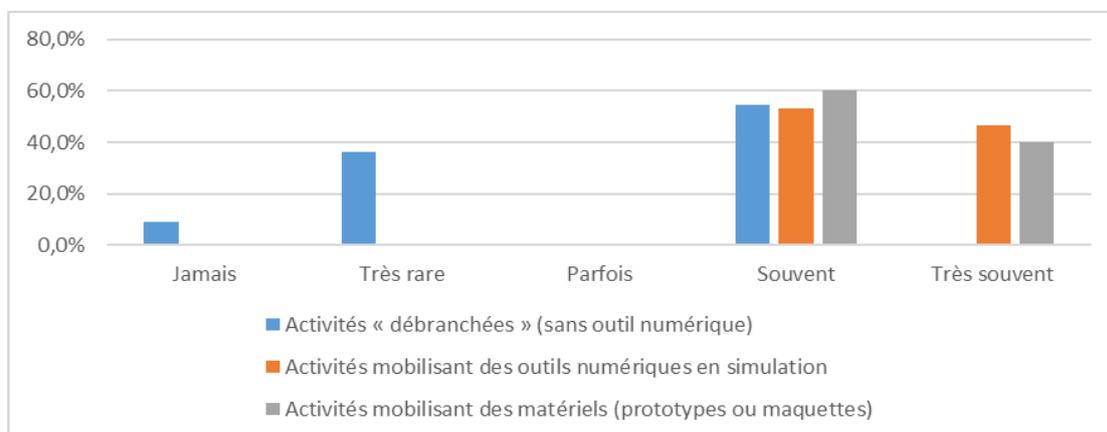
Dans les configurations de classes actuelles, l'organisation pédagogique préconisée réside dans la constitution de groupes d'élèves travaillant collégalement, en ilots, autour d'un même problème et autour d'un environnement informatique (ordinateurs, logiciels, maquette) dédié. Les élèves peuvent accéder librement aux postes informatiques pour rechercher de l'information, mobiliser des applications et les logiciels en soutien des activités, dont celle de programmation. Cette organisation est largement répandue dans les observations de classe effectuées par les inspecteurs de sciences et techniques industrielles.

L'apprentissage de l'informatique en technologie est donc essentiellement abordé au travers de démarches d'investigation et de résolution de problèmes concrets. Ces démarches ont pour objectif de permettre aux élèves de s'approprier et d'investiguer différents problèmes proposés et leur permettent d'apporter une solution par l'élaboration de programmes construits par leur groupe. Selon le volume de matériel disponible, les équipements ou maquettes sont partagés entre les différents groupes d'élèves.

4.2.4. Un apprentissage contextualisé de la programmation mais qui manque d'étayage

Les activités de programmation menées en technologie visent à répondre à un besoin ou à répondre à un problème. L'usage d'une maquette ou d'un objet connecté à un ordinateur (robots ou cartes programmables) visant à produire un prototype est largement répandu (voir figure 4) et permet de contextualiser cette activité. La nature et la résolution des problèmes posés ont pour objectif de permettre aux élèves de comprendre le lien entre le comportement d'un objet technique et le programme qui le commande. Le langage de programmation associé est propre à chaque objet connecté mais il s'agit généralement de langage de programmation par blocs.

Figure 4 : Nature des activités menées en technologie pour le développement des compétences liées à la programmation



Source : enquête menée par la mission auprès des IA-IPR

L'approche de l'informatique en technologie vise l'élaboration du programme de commande des objets techniques étudiés ou simulés, et ce par un processus itératif. Le passage d'une itération à l'autre est réalisé

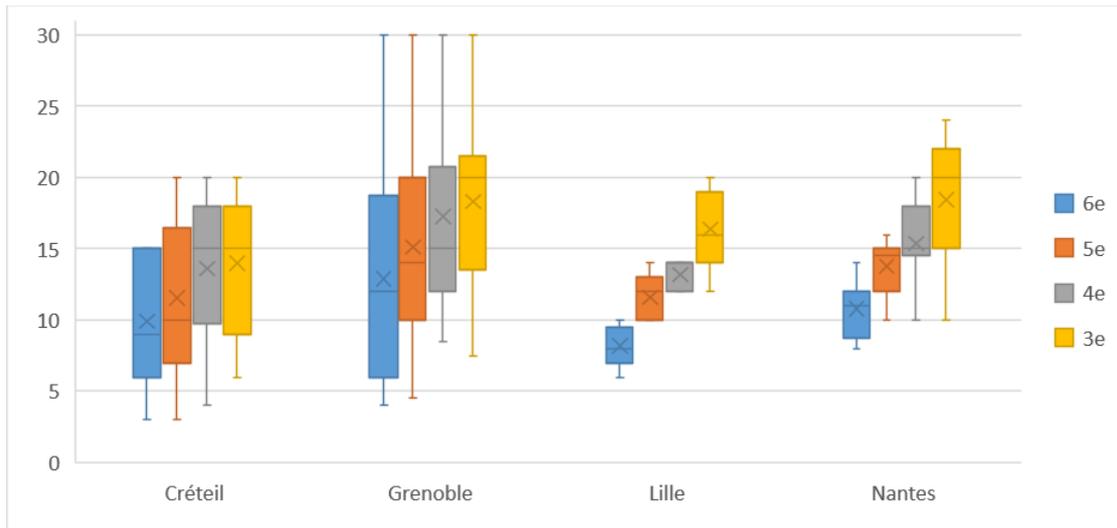
par des simulations et des tests qui permettent de comparer le comportement réel de l'objet au comportement attendu et décrit dans la définition du problème.

L'approche algorithmique pour décrire le besoin ou le problème et le résoudre est rarement mobilisée, la formalisation, quand elle est présente, est réalisée à l'aide de logigrammes. Les concepts liés à l'informatique (notamment celui de variable) ne sont pas toujours rendus explicites pour les élèves. C'est la pratique par essai-erreur qui est privilégiée mais le traitement de l'erreur pour préparer un nouvel essai n'est souvent pas réalisé. La consolidation des acquis (phase de décontextualisation) par explicitation des concepts après la pratique n'est pas toujours effectuée. L'absence de formalisation de certaines notions et concepts liés à l'informatique ne favorise malheureusement que très partiellement le développement et l'étayage des compétences relevant de de la pensée informatique.

4.2.5. Un temps variable consacré à l'apprentissage de la programmation

Faute d'une prescription dans les programmes en vigueur ou d'une recommandation nationale, le temps consacré à l'apprentissage de la programmation en technologie est très variable. Une analyse menée sur un échantillon de professeurs issus de quatre académies (cf. figure 5) montre une hétérogénéité des pratiques. Au sein d'une même académie, le temps moyen consacré à l'apprentissage de la programmation en technologie tend à augmenter au fur et à mesure de l'avancée des élèves dans les années du collège. Néanmoins, on constate une très grande variabilité dans le volume horaire concerné qui peut aller de quelques heures annuelles à parfois plusieurs dizaines d'heures annuelles. La comparaison entre académies montre également une forte hétérogénéité des pratiques. Les temps moyens consacrés à la programmation en début de cycle 4 sont relativement homogènes mais des différences significatives apparaissent sur les deux dernières années du cycle. Le temps d'apprentissage consacré à la programmation est donc particulièrement variable selon les enseignants.

Figure 5 : nombre d'heures consacrées à l'apprentissage de la pensée informatique en technologie sur un échantillon d'enseignants issus de quatre académies



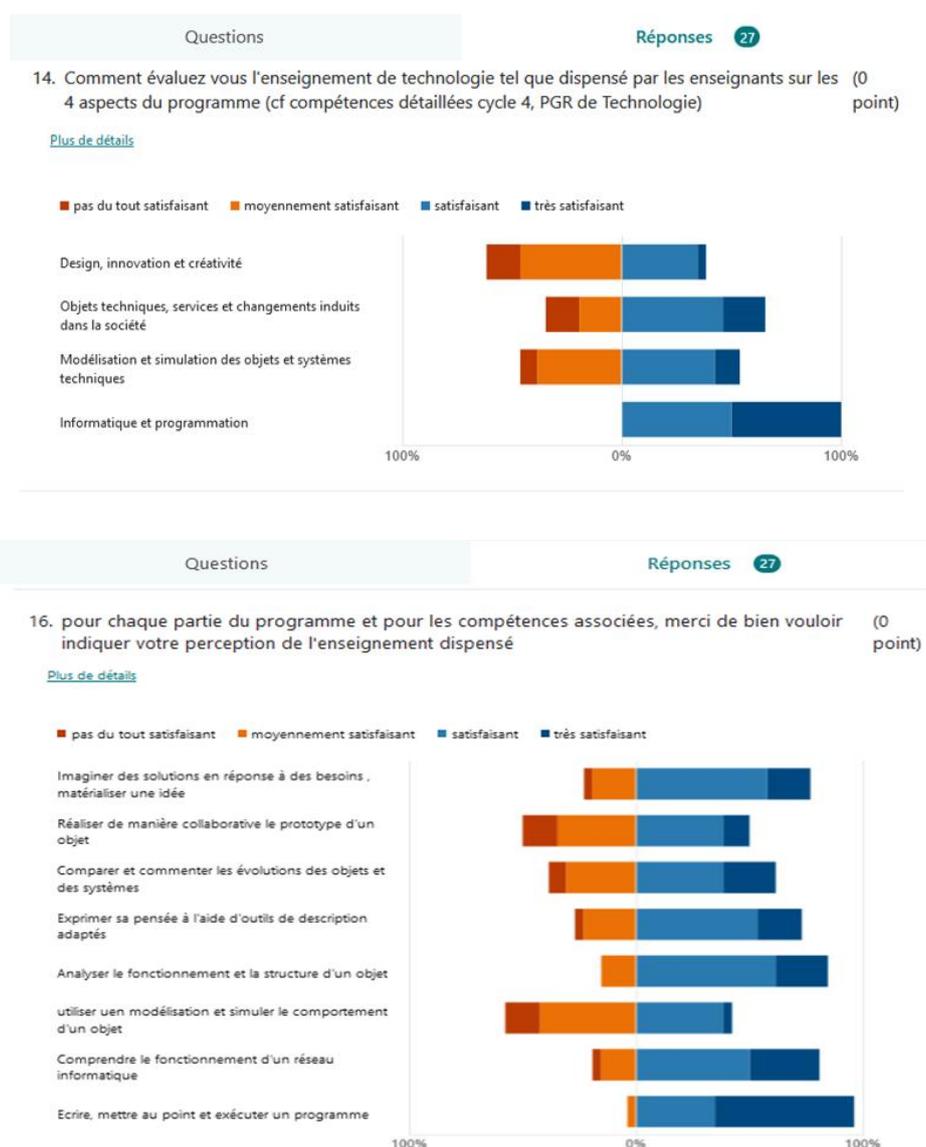
Source : enquête conduite par la mission

La mission fait le constat que l'apprentissage de la programmation en technologie est souvent développé dans le contexte des projets et des concours à dimension technologique (challenges de robotique, projet technique et interdisciplinaire « Course en cours ») reconnus d'intérêt pédagogique et très largement valorisés par l'institution. La participation aux concours motive les élèves qui y participent de manière volontaire. Elle favorise le développement de compétences transversales (travail de groupe collaboratif, oralité, démarche de projet) et plus largement la découverte du champ de la robotique et de sa programmation. Certaines académies s'appuient sur ces projets et concours pour conforter les liaisons écoles-collèges, les relations entre professeurs du premier degré et les professeurs de technologie. L'académie de Bordeaux en a fait un axe de travail autour de la persévérance, sans que les résultats des travaux des chercheurs associés à cette étude spécifique aient pu être à ce jour publiés.

4.2.6. Des difficultés dans l'enseignement de certains chapitres du programme de technologie qui ne favorisent pas le développement d'une pensée informatique

Le groupe sciences et techniques industrielles (STI) de l'IGÉSR a mené une enquête en juin 2022 auprès des IA-IPR STI des différentes académies sur l'enseignement de la technologie. Elle a permis d'établir un état des lieux représentatifs de cet enseignement (27 académies ayant répondu). Comme indiqué sur la figure 6, cette enquête évalue la pratique de l'enseignement de l'informatique et de la programmation comme satisfaisante (50 %) à très satisfaisante (50 %). De même, la perception des IA-IPR de sciences et techniques industrielles quant à l'enseignement dispensé et permettant à des élèves d'écrire, de mettre au point et exécuter un programme est moyennement satisfaisant (4 %), satisfaisant (35 %) et très satisfaisant (61 %). Cette enquête révèle aussi des difficultés quant à l'utilisation de logiciels de simulation et d'études de comportement que ce soit dans le traitement du chapitre « modélisation et simulation des objets et systèmes techniques » ou encore dans les compétences « exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés » et « utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet ». Ces résultats montrent un déséquilibre dans l'enseignement dispensé ne permettant pas d'associer de manière uniforme les dimensions d'expression de la pensée, de la simulation et de la programmation. Dès lors, le renforcement de ces différentes dimensions dans l'enseignement de la technologie est un axe de progrès pour renforcer l'acquisition d'une pensée informatique en technologie au collège, comme dans l'enquête ICILS étudiée dans le cadre de la mission.

Figure 6 : évaluation par les IA-IPR STI de la qualité de l'enseignement de technologie

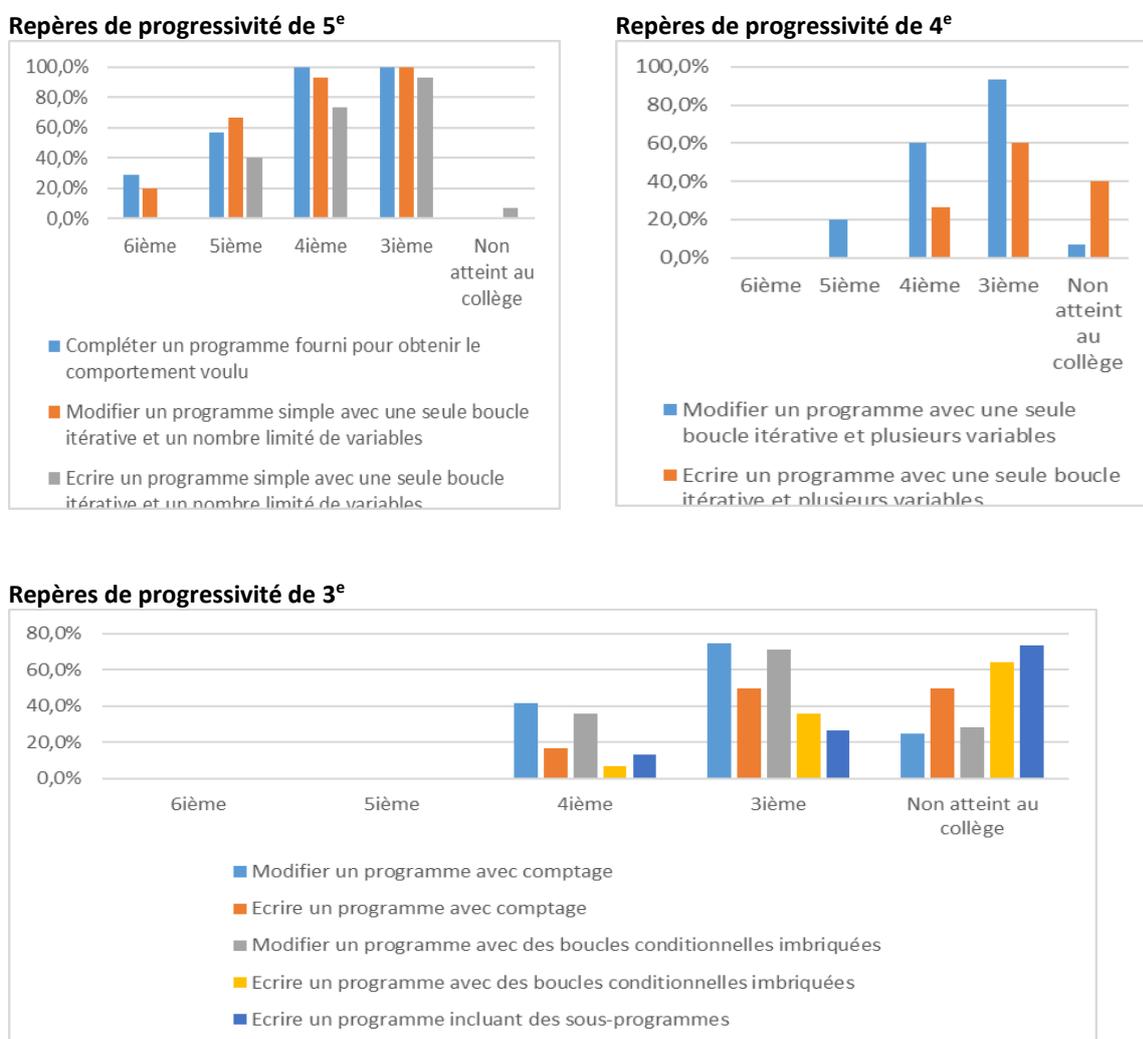


Source : enquête menée par le groupe STI de l'IGÉSR

4.2.7. Un bilan mitigé d'acquisition des compétences observées en fin de cycle

L'enquête menée par la mission auprès des IA-IPR de Sciences et techniques industrielles montre que, faute d'explicitation d'indicateurs de performance, les repères de progressivité du cycle 4 sont parfois atteints plus tardivement qu'indiqués dans le programme (cf. figure 7). Une partie de ces repères de progressivité ne sont pas toujours atteints à l'issue du cycle 4.

Figure 7 : année d'acquisition par les élèves des repères de progressivité du chapitre « l'informatique et la programmation » en technologie



Source : enquête menée par la mission auprès des IA-IPR

4.2.8. Une évaluation au DNB occasionnelle et peu encline à évaluer les attendus de fin de cycle

L'évaluation de la technologie au DNB fait systématiquement appel à l'exploitation d'un programme informatique décrit sous la forme d'un logigramme ou écrit dans un langage par blocs. Toutefois les programmes mobilisés lors de cette évaluation restent limités en complexité de par la durée de l'épreuve (30 minutes). Cette contrainte ne permet pas une évaluation des compétences de programmation cohérente avec les attendus de fin de cycle indiqués dans le programme.

Chaque année, l'épreuve de sciences du DNB fait appel uniquement à deux disciplines du pôle sciences et technologie parmi les trois disciplines possibles (sciences et vie de la Terre, physique-chimie et technologie). La technologie n'a été que peu présente dans les sujets principaux du DNB de la série générale en métropole (lors des sessions 2018, prévue en 2020, et 2022). Les élèves ayant composé sur une épreuve de technologie au DNB lors des dernières sessions principales sont essentiellement les élèves présentant le DNB en série professionnelle (sessions 2018, prévue en 2020, et 2021) et les élèves issus des zones territoriales hors métropole (sessions 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

La présence très occasionnelle de la technologie aux épreuves écrites du DNB ainsi que les contraintes liées à cette épreuve ne permettent manifestement pas une évaluation en adéquation avec les attendus de fin du cycle 4. Or, les sujets des épreuves de DNB conditionnent fortement les activités proposées aux élèves dans les classes, cet état de fait amène certains professeurs à revoir à la baisse les objectifs d'apprentissage de leurs élèves en ajustant leur formation aux seules évaluations proposées dans le cadre des épreuves écrites du DNB.

À la session 2022, le sujet de sciences comportait une part de technologie. Sur quatre exercices proposés sur la durée de l'épreuve écrite (30 minutes), le troisième exercice s'attachait à évaluer la capacité des élèves à compléter le programme de gestion « retour à la base » d'un robot collecteur, en pleine mer, de déchets (voir annexe 6). Les élèves ont majoritairement abordé cet exercice (plus de 95 % des élèves), sur une échelle de notation exprimée en niveau de maîtrise le taux de réussite est voisin de 70 % (satisfaisant 6 points sur 8 points possibles) et de 30 % (très satisfaisant, tous les points).

4.3. Travail en commun entre les deux disciplines

4.3.1. Des programmes qui incitent à un travail interdisciplinaire

Le programme du cycle 4 de technologie invite à inscrire l'informatique dans un travail collaboratif et interdisciplinaire comme le confirme l'extrait suivant :

« En outre, un enseignement d'informatique, est dispensé à la fois dans le cadre des mathématiques et de la technologie.

Celui-ci n'a pas pour objectif de former des élèves experts, mais de leur apporter des clés de décryptage d'un monde numérique en évolution constante. Il permet d'acquérir des méthodes qui construisent la pensée algorithmique et développe des compétences dans la représentation de l'information et de son traitement, la résolution de problèmes, le contrôle des résultats. Il est également l'occasion de mettre en place des modalités d'enseignement fondées sur une pédagogie de projet, active et collaborative. Pour donner du sens aux apprentissages et valoriser le travail des élèves, cet enseignement doit se traduire par la réalisation de productions collectives (programme, application, animation, sites, etc.) dans le cadre d'activités de création numérique, au cours desquelles les élèves développent leur autonomie, mais aussi le sens du travail collaboratif ».

De même, le programme de mathématiques invite à inscrire ceux-ci dans un croisement entre les disciplines même si l'informatique n'est pas explicitement mentionnée :

« Si les mathématiques sont une science à part entière avec son propre langage et une démarche spécifique de preuve basée, non pas sur la confrontation au réel, mais sur la démonstration, elles sont également intimement liées aux autres disciplines. Elles fournissent en effet des outils de calcul et de représentation et des modèles qui permettent de traiter des situations issues de toutes les autres disciplines enseignées au cycle 4. De ce fait, les mathématiques ont également toute leur place dans les enseignements pratiques interdisciplinaires qui contribuent à faire percevoir aux élèves leur dimension créative, inductive et esthétique et à éprouver le plaisir de les pratiquer ».

4.3.2. Une coordination entre les professeurs de mathématiques et de technologie peu opérante dans les établissements

Bien que l'informatique soit présente dans les programmes des deux disciplines et que les programmes invitent à un croisement entre les disciplines, la mission a constaté que la coopération entre les deux disciplines était peu présente dans les établissements. Une des raisons mises en avant par les acteurs rencontrés par la mission est l'absence d'un langage commun dans la description des notions et des connaissances. Ce point est particulièrement saillant dans la représentation des algorithmes qui sont essentiellement représentés par des logigrammes en technologie, représentation qui n'est pas utilisée en mathématiques.

Le manque de coordination entre les deux disciplines s'explique également par une utilisation de l'informatique avec des finalités différentes. Les mathématiques s'attachent à la réalisation de programmes

pour aborder le calcul et le dessin de formes pour aborder la géométrie. La technologie utilise l'informatique pour contrôler le comportement d'un objet technique. Malgré ces divergences de finalité, les IA-IPR de quelques académies (celles de Bordeaux et de Nantes par exemple) ont impulsé auprès des enseignants une articulation possible de l'informatique à travers les deux disciplines. Dans le cadre d'un problème défini, les mathématiques permettent d'élaborer une solution validée en simulation (par l'intermédiaire du logiciel Scratch) et la technologie d'adapter cette solution pour la rendre opérante sur un robot réel. Cette articulation, particulièrement pertinente pour permettre une approche à différents niveaux d'abstraction, est toutefois peu opérante dans la pratique des établissements. En effet, le travail réalisé en mathématiques est rarement repris en technologie pour des raisons de compatibilité entre les logiciels. Des élèves, interrogés par la mission, ayant participé à des activités pédagogiques construites sur cette articulation indiquent clairement ne pas voir de lien entre l'informatique pratiquée dans les deux disciplines.

4.3.3. Des dispositifs interdisciplinaires mobilisés de façon variable

4.3.3.1 Les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI), un dispositif peu mobilisé

Les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) ont permis de timides avancées sur le travail commun entre les disciplines mathématiques et technologie. Les croisements entre enseignements qui figuraient dans les programmes de technologie et de mathématiques, ont permis la mise en œuvre d'enseignements communs, partagés, animés parfois en co-intervention. Paradoxalement, en laissant plus d'initiative aux équipes de direction et aux équipes pédagogiques quant au nombre et à la programmation des EPI au cours de la scolarité (cf. arrêté du 16 juin 2017), l'élan initié dans ce travail interdisciplinaire s'est grandement atténué. Grâce aux réponses aux questionnaires, aux auditions et aux observations en académie, la mission a constaté la faible présence d'EPI ayant pour thème l'informatique dans les établissements.

4.3.3.2 Les concours, un dispositif apprécié

Les initiatives susceptibles d'un travail commun entre mathématiques et technologie existent dans les établissements grâce aux concours (Castor, Algoréa, Robocup, etc.), préparés au sein de clubs d'informatique et/ou de robotique. Ces dispositifs, quand ils existent, sont le plus souvent pilotés par un seul enseignant et ne concernent environ qu'une quinzaine d'élèves dans un établissement.

Les concours demeurent un élément important, principalement Castor et Algoréa, et cela concerne tous les niveaux ou presque. La participation à ces concours peut développer l'estime de soi, la motivation, l'engagement, toutefois le gain se situe davantage au niveau des attitudes que des connaissances et capacités chez les élèves et relèvent des disparités de genre dans l'engagement : les filles étant moins motivées que les garçons par les activités de confrontation.

Le nombre d'élèves engagés dans ces concours est très variable d'une académie à l'autre. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples.

Académie	Nombre d'élèves engagés dans des concours d'informatique	Nombre total de collégiens
Lille	55 338	216 845
Bordeaux	24 019	156 683
Nice	17 723	248 068
Guyane	1 500	24 693
Martinique	1 400	18 311
Limoges	150	31 133
Nouvelle Calédonie	30	16 655

En mathématiques, les enseignants voient dans les concours une façon ludique et engageante de développer certaines compétences mathématiques chez les élèves lors de leur préparation (notamment le concours Castor qui est très apprécié) mais aussi grâce à l'accès aux épreuves des années précédentes qui permettent

aux professeurs de motiver les élèves et d'avoir une adhésion forte même si l'absence de retours formalisés est regrettable et ne permet pas un suivi réel de la participation à ces concours.

4.3.3.3 Une mobilisation du cadre de référence des compétences numériques peu opérante pour valider les compétences de pratique informatique

Tous les élèves sont amenés à valider les compétences numériques définies par le cadre de référence des compétences numériques (CRCN) via la plateforme Pix qui permet le suivi des acquis et la délivrance d'une certification en fin de cycle 4.

Le cadre de référence des compétences numériques offre à la validation la compétence « 3.4. Programmer » via Pix. Toutefois les modalités d'évaluation ne sont pas alignées sur les attendus du programme. Les activités Pix proposées sont des activités courtes qui ne favorisent l'expression d'une pensée informatique et par ailleurs les langages utilisés par ses activités à partir du niveau 4 ne sont pas compatibles avec les programmes de collège.

4.4. Des évaluations nationale et internationale

La mission a retenu deux dispositifs¹⁰ pour approcher l'évaluation de la pratique de l'informatique :

- le dispositif CEDRE (Cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon) conçu et conduit par la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) du ministère chargé de l'éducation nationale ;
- l'enquête internationale ICILS (*International Computer and Information Literacy Study*) organisée par l'IEA (association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire).

4.4.1. Le dispositif CEDRE

Le dispositif CEDRE permet d'établir des bilans sur les acquis des élèves tous les cinq ou six ans au regard des objectifs des programmes officiels.

La mission s'est intéressée aux résultats des élèves sur des items de mathématiques du thème algorithmique. Lors de la dernière enquête menée auprès d'un échantillon représentatif de près de 8 000 élèves de troisième de 310 collèges durant l'année scolaire 2018-2019¹¹, 269 items étaient proposés en mathématiques dont 25 concernaient la partie algorithmique du programme.

L'annexe 7 présente les résultats obtenus sur certains items de cette partie de programme. L'analyse des résultats des élèves montrent que certains éléments du programme (comme le déclenchement d'une action par un évènement) ne sont pas acquis par plus de la moitié des élèves et que les exercices les plus complexes (groupe 6) sont réussis par moins de 10 % des élèves.

Pour certains items, une analyse des erreurs a été produite par la DEPP, elle montre par exemple :

- une analyse partielle du problème, en prenant uniquement une information (soit le nombre de côtés, soit l'angle) ;
- une compréhension du problème posé mais pas de la syntaxe algorithmique du bloc « répéter » ;
- une prise en compte de la première boucle imbriquée sans regarder la seconde qui détermine le motif géométrique ;
- une non prise en compte de la dernière instruction ;
- une acquisition insuffisante de la syntaxe des blocs et l'emboîtement des blocs variables. Cela révèle un manque de manipulation de l'outil ;
- le manque de mise en œuvre du mécanisme d'essai - erreur.

¹⁰ Il n'y a pas d'item testant les capacités informatiques dans les évaluations nationales de début de sixième et de positionnement en début de lycée.

¹¹ Voir la note de la DEPP <https://www.education.gouv.fr/cedre-2008-2014-2019-mathematiques-en-fin-de-college-des-resultats-en-baisse-306338>

Par ailleurs les élèves ont été interrogés sur l'usage du numérique en classe de mathématiques. Lors de cette enquête, 63,2 % élèves ont déclaré savoir bien ou très bien utilisé un logiciel de programmation.

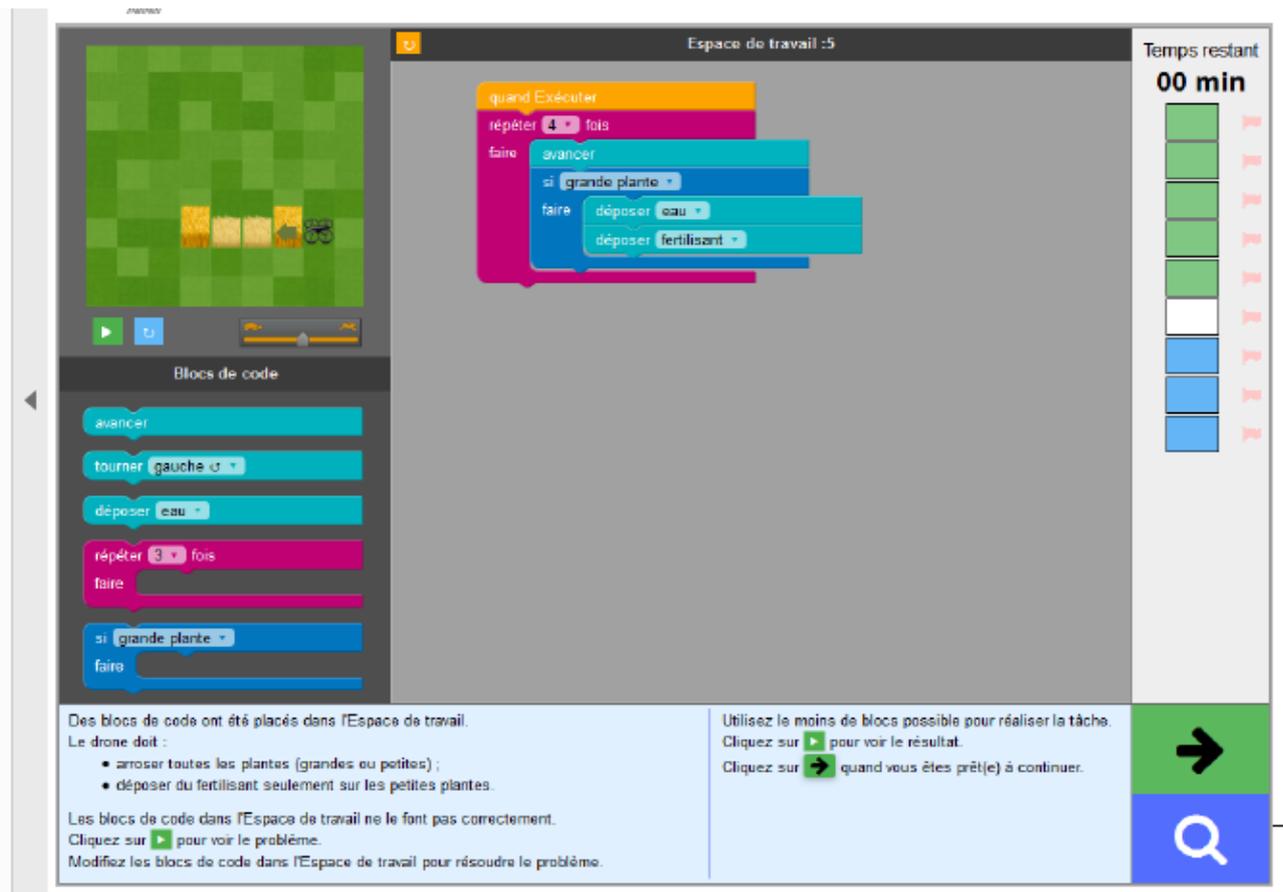
4.4.2. L'enquête ICILS

La dernière enquête ICILS¹² a été conduite en 2018, c'était la première fois que la France y participait. Cette enquête a porté sur un échantillon représentatif de 2 940 élèves français de quatrième répartis dans 156 collèges. Deux thèmes étaient évalués : la littératie numérique et la pensée informatique.

Concernant la pensée informatique, voici deux exemples d'exercices qui ont été proposés aux élèves :

- l'exercice dit « drone agricole » : sur un terrain représenté à l'écran où sont disposées des plantes, le drone doit arroser toutes les plantes (grandes et petites) et déposer du fertilisant seulement sur les petites plantes. Pour ce faire l'élève dispose d'un environnement de programmation par blocs (type Scratch) ;

Figure 8 : interface de l'exercice dit « drone agricole »



Source : EIA

¹² Le rapport complet en anglais est disponible à l'adresse :

<https://www.iea.nl/sites/default/files/2020-04/IEA%20International%20Computer%20and%20Information%20Literacy%20Study%202018%20International%20Report.pdf>

- l'exercice dit « bus automatisé » : un logigramme est présenté aux élèves sur le comportement d'un bus face à un obstacle. Les élèves doivent interpréter l'algorithme pour proposer une distance de freinage et configuré un simulateur en conséquence.

Figure 9 : interface de l'exercice dit « bus automatisé »

Source : EIA

La mission s'est intéressée aux conclusions concernant l'évaluation de la pensée informatique. Par rapport aux neuf pays ou provinces ayant participé à cette partie de l'enquête, la France occupe une position médiane. Les filles et les garçons obtiennent des scores comparables en pensée informatique.

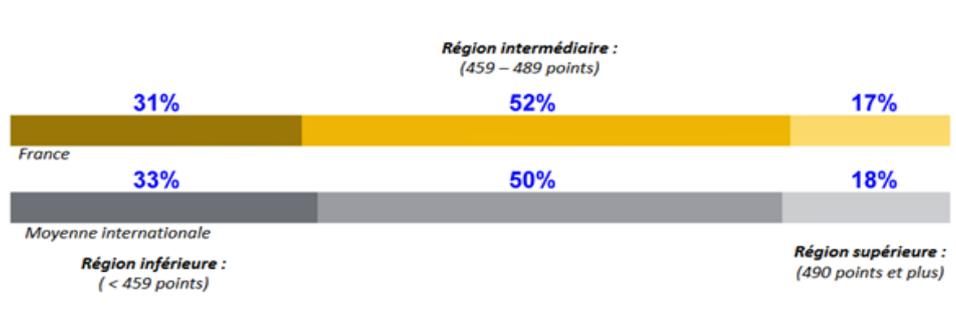
La note de la DEPP¹³ publiée en novembre 2019 classe les scores en trois zones comme le montre la figure 10 :

- la région inférieure de l'échelle (score inférieur à 459). 31 % des élèves français, et 33 % des élèves en moyenne internationale, se situent dans cette région. Ces élèves démontrent une certaine connaissance théorique de la programmation. Ils savent enregistrer des données à partir d'observations et mettent en œuvre des solutions en utilisant des séquences d'instructions linéaires (étape par étape) pour répondre à des problèmes simples ;
- la région intermédiaire (score de 459 à 589). 52 % des élèves français, et 50 % en moyenne internationale, se situent dans cette région. Ces élèves font preuve de compréhension de la programmation en proposant des solutions permettant de résoudre de manière pratique des problèmes du monde réel. Ils mettent en œuvre des solutions complètes en utilisant une logique non linéaire (comme par exemple l'utilisation de boucles) ;
- la région supérieure de l'échelle (score supérieur à 589). 17 % des élèves français et 18 % en moyenne internationale, se situent dans cette région. Ces élèves maîtrisent la programmation en tant que cadre généralisable de résolution de problèmes. Ils déduisent la relation entre les données observées pour évaluer les solutions. Ils mettent en œuvre des solutions sophistiquées

¹³ <https://www.education.gouv.fr/icils-2018-evaluation-internationale-des-eleves-de-quatrieme-en-litteratie-numerique-et-pensee-7037>

et efficaces à des problèmes de codage complexes, en utilisant des instructions en boucles et conditionnelles.

Figure 10 : distribution des scores concernant la pensée informatique



Source : DEPP

On constate donc que les élèves français se positionnent de manière proche à la moyenne internationale.

4.5. État des lieux sur la formation des enseignants

Tous les acteurs que nous avons rencontrés ou qui ont témoigné signalent le manque de formation des enseignants aux concepts de l'informatique et à la démarche algorithmique. Qui plus est dans certaines académies, les collègues sont confrontés à des problèmes de stabilité des équipes pédagogiques du fait du nombre de contractuels : la dynamique insufflée grâce aux formations dispensées n'est pas pérenne du fait de la rotation des personnels.

La mission tient à souligner que les compétences nécessaires pour enseigner l'informatique ne font pas partie de la formation initiale de la plupart des professeurs de mathématiques. En technologie, les professeurs se sont généralement auto formés à la pratique informatique dans le cadre d'enseignements et de projets de sciences et techniques industrielles antérieurs : fabrication assistée par ordinateur, simulation informatique, automatismes, programmation d'objets et systèmes techniques. Pour autant, cette autoformation ne permet pas, dans la plupart des cas, de maîtriser correctement la pensée informatique et donc d'y initier les collégiens.

Des efforts ont été consentis au moment de la réforme du collège mais par la suite d'autres priorités ont été choisies pour la formation des enseignants de mathématiques et de technologie. Cependant l'enquête menée auprès des IA-IPR montre que, dans les académies qui ont répondu, des actions de formation sont proposées au plan académique de formation (PAF) ou des animations pédagogiques en lien avec la pratique de l'informatique au collège. La moyenne du nombre de jours concernés est de 4 avec un maximum de 14.

Beaucoup d'académies proposent un support numérique d'accompagnement pour l'enseignement de l'informatique, principalement via un site *web*, la plateforme M@gistère ou un espace Tribu.

Les formations organisées ont le plus souvent comme objectif la maîtrise de l'outil (langage Scratch, carte programmable, etc.) et ne porte pas sur la didactique de l'informatique : comment modéliser un problème pour le rendre exécutable par une machine ? Quels sont les obstacles cognitifs (notamment portés par les outils) ? Comment articuler la pratique sur machine et l'apprentissage des concepts ? Comment former les élèves à la réutilisation et à la transposition ?

La moitié des académies proposent même des ressources spécifiques sous forme de mallettes pédagogiques, de « séquences clefs en main », d'exemple de projets ou autres.

On peut noter que de nombreuses ressources sont aussi disponibles au niveau national (site Éduscol, site de l'APMEP, etc.). Mais que ce soit au niveau national ou académique, peu de ressources abordent des préoccupations didactiques. Il faut dire que ces préoccupations ne sont pas explicitées dans les programmes.

4.6. La pratique de l'informatique : un diagnostic contrasté

4.6.1. Des conditions d'exercice à faire évoluer

Des références explicites à l'informatique dans les programmes de mathématiques et de technologie au collège ont donc été définis lors de la réforme du collège en 2015. La récente réforme du lycée a permis d'installer dès la classe de seconde un enseignement de sciences numériques et technologie pour tous les élèves de seconde de lycée général et technologique et la spécialité numérique et sciences informatiques proposée au cycle terminal en voie générale. Dans le préambule de ces nouveaux programmes, il est fait référence aux acquis de l'enseignement d'algorithmique et de programmation dispensé au collège en mathématiques et en technologie.

Si au moment de la mise en place de la réforme de 2015, un effort conséquent de formation des enseignants a été consenti, il n'a pas été poursuivi dans le temps. Or, le renouvellement des enseignants et la place de plus en plus grande occupée par les enseignants contractuels au collège nécessite une montée en compétences dans le domaine de l'informatique, d'autant que ce domaine scientifique ne fait pas toujours partie de leur formation initiale.

L'informatique est une discipline qui nécessite la pratique sur machine. Cela nécessite d'équiper les établissements de postes de travail en nombre suffisant soit en dédiant des salles spécialisées soit en affectant un équipement mobile à chaque élève (via des classes mobiles ou l'équipement personnel des élèves par dotation de la collectivité territoriale). Ces équipements nécessitent d'en organiser la maintenance. Par ailleurs de plus en plus de solutions logicielles sont hébergées dans le nuage (*cloud*), ce qui nécessite une connexion internet de qualité et un paramétrage de sécurité adapté. L'équipement des écoles et des collèges nécessite un investissement de la part des collectivités territoriales qui doivent tenir compte de l'ensemble de ces besoins.

4.6.2. Une approche didactique et des pratiques pédagogiques à améliorer

Les observations menées et les témoignages recueillis mettent en évidence des préoccupations didactiques qui sont à prendre en compte pour faire évoluer l'enseignement de l'informatique à l'école et au collège :

- à l'école primaire, l'apprentissage de l'informatique – et plus largement du numérique – s'effectue majoritairement sur tablette alors qu'au collège ce sont plutôt des ordinateurs qui sont utilisés. Les professeurs de collège qui enseignent en sixième doivent commencer par initier les élèves à l'usage de l'ordinateur avant de débiter toute activité informatique (usage du clavier, identification par identifiant et mot de passe, organisation de la sauvegarde des fichiers, etc.) ;
- le passage du problème proposé aux élèves à l'algorithme à programmer est rarement traité, que la formalisation soit effectuée grâce à des logigrammes (plutôt en technologie) ou en langage naturel (plutôt en mathématiques) ;
- l'apprentissage de l'informatique passe par la programmation sur machine. L'approche essai - erreur suppose la mise en place d'une stratégie de récupération de l'erreur pour améliorer l'essai suivant, stratégie que la mission n'a pas vu mise en œuvre. En outre elle ne dispense pas d'une formalisation préalable de l'algorithme et des acquis sur lesquels s'appuyer pour résoudre un nouveau problème. Les élèves ne disposent généralement pas d'un support (cahier ou fichier en ligne) dans lequel ils consignent les activités conduites, les algorithmes traités, les notions utilisées et les notions découvertes, de manière à pouvoir s'appuyer sur ces acquis lors d'une prochaine séance ;
- les problèmes traités en mathématiques et en technologie sont de nature différente et traités avec des langages différents (quoique proches). Afin que les élèves puissent réutiliser les acquis des deux disciplines, cela demande un travail d'explicitation de la part des professeurs (cas de la notion de variable notamment) ;
- les concours offrent des opportunités aux élèves mais il est souvent difficile d'identifier les objectifs d'apprentissage ainsi que les plus-values en matière d'acquis.

En ce qui concerne les aspects pédagogiques certaines difficultés ont été relevées :

- les enseignants de mathématiques doivent tenir compte de la disponibilité des salles informatiques pour établir leur progression pédagogique alors que les salles de technologie permettent plus largement cette pratique au cours des séances ;
- la pratique de l’informatique en classe entière ne permet pas à l’enseignant de répondre aux besoins de tous les élèves.

Préconisations pour le cycle 4

Préconisations n° 4 : Concernant l’évolution de l’enseignement de l’informatique au collège, la mission propose deux scénarios.

Premier scénario : promouvoir la pratique de l’informatique dans la structure actuelle

En conservant la prise en charge de la pratique de l’informatique par les professeurs aux cycles 3 et 4 dans les disciplines concernées, la mission recommande :

- une révision des programmes visant à expliciter les objectifs d’apprentissage (contribution à la pensée informatique), des repères de progressivité entre les cycles et intra-cycles, un nombre d’heures d’apprentissage (avec le temps de pratique sur machine), les concepts et méthodes à acquérir ainsi que les exigences quant aux problèmes à résoudre pour enrichir les situations d’apprentissage et les bonnes pratiques pédagogiques ;
- une formation de tous les enseignants de mathématiques et de technologie aux fondements et à la didactique de l’informatique, et pas seulement à la prise en main d’outils. Pour ce faire il s’agirait de former en binôme un professeur de chaque discipline par collège en charge ensuite de former ses collègues, soit 10 600 professeurs¹⁴. Ces personnes sont à distinguer du référent pour les ressources et usages pédagogiques numériques (RPUN). Il est possible de s’appuyer sur les ressources développées pour les enseignements d’informatique au lycée voire de développer un parcours de formation hybride spécifique et de solliciter les professeurs de lycée pour assurer des formations, notamment en s’appuyant sur les professeurs certifiés Numérique et sciences informatiques (NSI) et agrégés d’informatique. Les professeurs ainsi formés pourraient bénéficier d’une habilitation reconnaissant leur capacité à former leurs collègues ;
- une intégration en formation initiale des fondements et de la didactique de l’informatique ;
- prévoir dans l’emploi du temps des enseignants de mathématiques et de technologie un créneau horaire leur permettant de se concerter sur leur progression pédagogique (approche par les acquis des deux disciplines pour coordonner les progressions pédagogiques) ;
- la réalisation de projets interdisciplinaires via les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) avec des thèmes qui attirent les filles comme les garçons et associent les autres disciplines ;
- une réflexion sur l’équipement informatique des écoles et des collèges permettant plus d’agilité dans la pratique informatique en articulant équipement mobile, équipement des élèves, ordinateurs en fond de classe et salle informatique ainsi que les possibilités de connexion à internet. Des propositions figurent en annexe 4.

Avantage : cela permet de ne pas toucher à l’organisation actuelle des enseignements du collège.

Inconvénient : tous les professeurs de mathématiques et de technologie doivent acquérir les compétences fondamentales en informatique. Cela impose la conception d’un contenu national à déployer dans un plan de formation pluriannuel, un travail collectif du corps d’inspection et des enseignants des deux disciplines autour des apprentissages de l’informatique.

¹⁴ Sur la base de 5300 collèges publics.

Deuxième scénario : installer un enseignement spécifique d'informatique au cycle 4

Dans le cadre d'une éventuelle réforme du collège, il s'agit d'installer un enseignement d'informatique avec un programme dédié, à l'instar de ce qui a été fait au lycée. Il faut alors revoir la grille horaire et les contenus des programmes des différents enseignements au collège.

L'acquisition des compétences du socle, des apports et des spécificités de chaque discipline ainsi que des conditions d'évaluation (contrôle continu, DNB, soutenance) méritent une étude approfondie s'agissant de la pertinence, de la cohérence de l'articulation des apprentissages dispensés et des parcours initiés au collège ainsi que les incidences quant aux ressources humaines.

Cela nécessite de définir un programme qui explicite les contenus à enseigner et la progressivité des apprentissages sur le cycle 4.

On peut envisager différentes pistes comme celle d'un enseignement d'informatique à hauteur d'une heure par semaine sur chaque niveau du cycle 4, avec la possibilité d'organiser deux heures tous les 15 jours (plutôt en quatrième et troisième quand les élèves sont plus matures) avec un accès facilité à un équipement informatique (poste informatique, logiciels, objets ou systèmes programmables).

Cela nécessite de former dans un premier temps des formateurs en capacité de dispenser en académie des formations aux professeurs de toute discipline souhaitant prendre en charge cet enseignement, et délivrer une certification à ces enseignants formés. Il s'agit de faire acquérir les fondements de l'informatique et de sa didactique ainsi que l'usage des outils, une solution étant une formation hybride s'appuyant sur un parcours M@gistère dédié.

À terme les titulaires du Capes NSI, tout comme d'autres valences, pourraient assurer cet enseignement.

Avantages : dans un premier temps, le nombre de professeurs à former est moindre par rapport à l'autre scénario. Dans les collèges cela permettra aux élèves, à leurs parents et aux chefs d'établissement d'identifier un professeur responsable pour cette discipline. Le fait d'avoir un horaire dédié permet également de pouvoir installer une pédagogie de projet s'appuyant sur des thématiques d'autres disciplines.

Inconvénients : Il faut revoir la grille horaire des enseignements au collège, ce qui pourrait conduire à une augmentation du volume horaire.

Cela induit une révision des programmes de mathématiques et de technologie. Néanmoins la cohérence disciplinaire sera à maintenir, en particulier dans le cas du programme de technologie où la conception des apprentissages prévoit l'étude d'objets techniques pour lesquels la dimension informatique est intrinsèquement présente.

Il faut trouver des enseignants volontaires qu'il conviendra également de former dans chaque établissement.

Préconisations n° 5 pour le diplôme national du brevet (DNB)

Concernant l'évolution de diplôme national du brevet, la mission propose que l'évaluation de l'informatique constitue une épreuve pratique selon des modalités contingentes des scénarios précédemment présentés.

Tous les acteurs (enseignants, inspecteurs) s'accordent pour dire que l'évaluation de la pratique informatique via un exercice spécifique en mathématiques ou l'étude d'un algorithme explicitant le fonctionnement d'un objet ou d'un système et d'un programme en technologie et présentés sur papier n'est pas satisfaisante. En outre la nature de l'épreuve conditionne les pratiques pédagogiques, ne favorisant pas la pratique de l'informatique sur machine.

Dans le cadre du premier scénario, la mission propose les évolutions suivantes :

- en mathématiques, il s'agit de mettre à disposition des équipes une banque d'exercices pratiques pour une épreuve sur machine en contrôle terminal ;
- en technologie, un projet, associant les différents processus de la pensée informatique (résolution de problème, rédaction d'algorithme, codage, simulation et programmation, etc.) réalisé par les élèves pourrait être un levier avec présentation orale du projet.

Dans le cadre du deuxième scénario, l'évaluation de la discipline informatique au DNB pourrait se faire via le contrôle continu.

Préconisations n° 6 pour favoriser l'engagement des filles comme des garçons dans la pratique de l'informatique

Pour favoriser l'engagement des filles comme des garçons dans la pratique de l'informatique, la mission recommande :

- de permettre aux professeurs, par la mise à disposition de ressources, de proposer des activités aux thèmes variés susceptibles d'intéresser tous les élèves
- d'encourager la pédagogie et la démarche de projet, identitaires de l'apprentissage de l'informatique, tout en veillant à ce que la répartition des rôles ne soit pas genrée ;
- de sensibiliser les professeurs aux biais de genre dans la pratique informatique.

5. La situation européenne

Les publications concernant l'enseignement de l'informatique sont souvent associées à la littératie numérique.

Au niveau international, concernant la pensée informatique, une publication de 2016¹⁵ « *A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education* » montre que la pensée informatique est rarement mentionnée explicitement mais que des éléments s'y rapportant figurent dans les curricula (l'étude porte sur les pays suivants : Australie, Angleterre, Estonie, Finlande, Nouvelle Zélande, Norvège, Suède, Corée du sud, Pologne et États-Unis).

Pour l'Europe, la mission s'est appuyée sur plusieurs publications pour étudier la situation européenne concernant l'enseignement d'informatique.

5.1. Le cadre de référence européen des compétences numériques DIGCOMP

Le cadre de référence européen des compétences numériques DIGCOMP (*The Digital Competence Framework for Citizens*) a été initié en 2015 pour répondre aux objectifs ambitieux de l'Union européenne d'amélioration des compétences numériques de l'ensemble de la population – 80 % de la population doit avoir des compétences numériques de base d'ici 2030 – ce qui est également repris par le plan d'action du socle européen des droits sociaux.

La version DIGCOMP 2.1¹⁶ publiée en 2017 définit cinq domaines de compétences (informations et données, communication et collaboration, création de contenus, sécurité, résolution de problèmes) et huit niveaux d'acquisition de compétences pour la certification. C'est cette version du cadre européen qui a permis en France la définition du cadre de référence des compétences numériques (CRCN¹⁷) qui permet via la plateforme PIX aux élèves en fin de cycle 4 et au cycle terminal d'obtenir une certification.

Dans les cadres européens comme français, figure une compétence « Programmer » dans le domaine « Création de contenus ». Comme la mission l'a montré au paragraphe 4.3.3, les attendus de cette compétence ne sont pas alignés avec ceux des programmes de collège en mathématiques et technologie.

La version DIGCOMP 2.2¹⁸ a été publiée en mars 2022 pour prendre en compte de nouveaux usages comme l'intelligence artificielle, l'internet des objets, le télétravail, la soutenabilité numérique ou encore la qualité de l'information à l'heure des *infox*.

¹⁵ Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). *A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education*. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757410>

¹⁶ <https://op.europa.eu/o/opportal-service/download-handler?identifier=3c5e7879-308f-11e7-9412-01aa75ed71a1&format=pdf&language=en&productionSystem=cellar&part=>

¹⁷ <https://eduscol.education.fr/721/evaluer-et-certifier-les-competences-numeriques>

¹⁸ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415>

5.2. Un état des lieux européen sur l'enseignement de l'informatique

En 2017, la commission européenne a commandé à l'organisation *Committee on European Computing Education* (CECE) un rapport intitulé *Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat?*¹⁹.

Ce rapport élabore un portrait détaillé de l'état de l'enseignement en informatique, de la littératie numérique et de la formation des enseignants dans ces disciplines en Europe. Établi conjointement avec *ACM Europe* et *Informatics Europe*, il présente une cartographie de 55 zones administratives d'Europe (pays ou régions, plus Israël) qui ont des systèmes éducatifs autonomes. Il s'agit d'une étude semblable à celle qui a collecté des données aux États-Unis « *Running on Empty* »²⁰.

Le rapport montre la grande variabilité de l'organisation de l'enseignement de l'informatique dans les pays européens (en matière de volume horaire et de niveaux de classe).

Cependant il fait les constats suivants :

- une absence globale de cours spécifique d'informatique que les auteurs attribuent au fait que l'informatique n'est pas reconnue comme une science à part entière par les autres disciplines ;
- dans beaucoup de pays ou de régions, les élèves peuvent sortir du collège ou du lycée sans avoir été confrontés aux principes fondamentaux de l'informatique ;
- dans beaucoup de pays ou régions, le faible niveau requis pour enseigner l'informatique empêche sa reconnaissance en tant que discipline de base.

Cela conduit les auteurs du rapport à formuler les recommandations suivantes :

- tous les élèves devraient pouvoir bénéficier d'un enseignement informatique tout au long de leur scolarité si possible dès l'école primaire, au moins dès le secondaire ;
- dans chaque pays, l'informatique doit être reconnue comme une discipline STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) à part égale avec les autres disciplines ;
- les enseignements d'informatique doivent être assurés par des professeurs ayant reçu une formation complète aussi bien du point de vue disciplinaire que pédagogique ;
- le cercle vicieux d'insuffisance de cours d'informatique et de professeurs d'informatique doit être cassé par une politique volontariste de formation de haut niveau de professeur d'informatique au même niveau que pour les autres disciplines.

En 2022 la Commission européenne publie le rapport *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education*²¹ qui présente un état des lieux de l'enseignement de l'informatique pour la scolarité obligatoire. Il met à jour et enrichit un rapport produit en 2016 sur le même sujet, en l'étudiant sur 30 pays différents. À cette date, sur les 29 pays européens analysés, 12 États membres de l'UE et 5 autres pays européens ont introduit les concepts de base de l'informatique comme matière obligatoire dans les écoles primaires et secondaires inférieures. La France comme 17 États membres de l'UE et 7 autres pays européens ont introduit « *des notions de base en informatique dans leur programme d'enseignement officiel afin de développer des compétences en pensée informatique* ». Ainsi le rapport classe en trois catégories les modalités d'introduction de l'enseignement de l'informatique :

- en tant que thème transversal où les concepts fondamentaux des sciences informatiques sont abordés dans toutes les matières, et tous les enseignants partagent la responsabilité du développement des compétences en pensée informatique ;
- en tant que composante d'une matière distincte où les concepts fondamentaux des sciences informatiques sont enseignés dans une matière liée à l'informatique ;
- dans le cadre d'autres matières où les concepts fondamentaux des sciences informatiques sont intégrés dans d'autres matières du programme (par exemple, les mathématiques et la technologie).

¹⁹ <https://portalparts.acm.org/hippo/cecereport.pdf>

²⁰ <https://runningonempty.acm.org/>

²¹ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128347>

Le rapport s'intéresse aussi aux scénarios pédagogiques mis en œuvre dans cet enseignement en pointant l'efficacité d'une mise en activité des élèves sur des problèmes de la vie réelle, les encourageant à créer des productions numériques par un processus itératif de développement de programmes (rôle de l'erreur et du débogage).

Pour conduire cet enseignement, le rapport pointe la nécessité d'enseignants compétents, ce qui n'est pas le cas dans la majorité des pays : « *Un effort important en matière de développement professionnel est nécessaire pour améliorer les compétences des enseignants, tant au niveau du contenu que de la pédagogie* ».

Pour réussir le déploiement de l'enseignement de l'informatique au niveau de la scolarité obligatoire, le rapport identifie trois grands défis : « *le plus important, et de loin, est le perfectionnement et le soutien à apporter aux enseignants, suivi de la concurrence vis-à-vis d'autres priorités du programme scolaire, et l'adoption de méthodes d'évaluation appropriées. Les principales recommandations politiques pour un enseignement informatique de qualité s'articulent autour de ces trois dimensions - domaines* ».

Concernant la formation des enseignants, les recommandations portent « *(i) la mise en place d'une formation de qualité qui prévoit des interventions de formation à moyen et long terme, mises en œuvre sur une base régulière ; et (ii) un soutien méthodologique qualitatif sur la façon de gérer la progression entre les niveaux scolaires en enseignant les concepts informatiques de base selon l'âge et en utilisant des outils appropriés* ».

Pour s'assurer que l'enseignement de l'informatique soit effectif « *cela implique d'accorder une place adéquate dans le programme national pour le développement des compétences en pensée informatique des élèves, en fixant un nombre minimum d'heures* ».

Enfin l'évaluation doit évoluer par la « *définition de stratégies claires pour aider les enseignants en matière d'évaluation formative et sommative* ».

En prenant en compte les conclusions de ces deux rapports, on s'aperçoit que la formation de professeurs d'informatique qualifiés place la France en bonne position car la création du CAPES numérique et sciences informatiques (NSI) en 2019 et de l'agrégation d'informatique en 2022 doit permettre au système éducatif français de disposer d'un corps de professeurs d'informatique de haut niveau pour le lycée voire pour le collège.

Mais avoir des professeurs certifiés NSI et des agrégés d'informatique en nombre suffisant pour assurer tous les enseignements d'informatique va prendre beaucoup de temps, certainement une à deux décennies. C'est pourquoi, c'est sur la mise en œuvre des programmes et sur la montée en compétences informatiques des professeurs en charge actuellement de cette discipline dans les cycles 3 et 4 que nous devons progresser.

En septembre 2022, un rapport Eurydice est paru sur « l'enseignement de l'informatique à l'école »²². Ce rapport permet de voir les avancées en Europe de l'enseignement de l'informatique du CP à la terminale ces dernières années. Trois cartes sont particulièrement significatives, elles montrent comment l'enseignement de l'informatique est pris en charge dans les programmes d'enseignement sur trois degrés en distinguant cinq cas :

- l'informatique est un enseignement en tant que tel et obligatoire ;
- l'informatique est un enseignement en tant que tel mais facultatif ;
- des attendus en informatique sont inclus dans d'autres sujets ;
- les écoles sont libres de définir leur contenu d'enseignement ;
- l'informatique n'est pas enseignée en tant que discipline autonome.

²² https://www.dipae.ac.cy/archeia/publications/Informatics_education_N_1.pdf

Figure 11 : l'informatique dans les programmes de l'école primaire

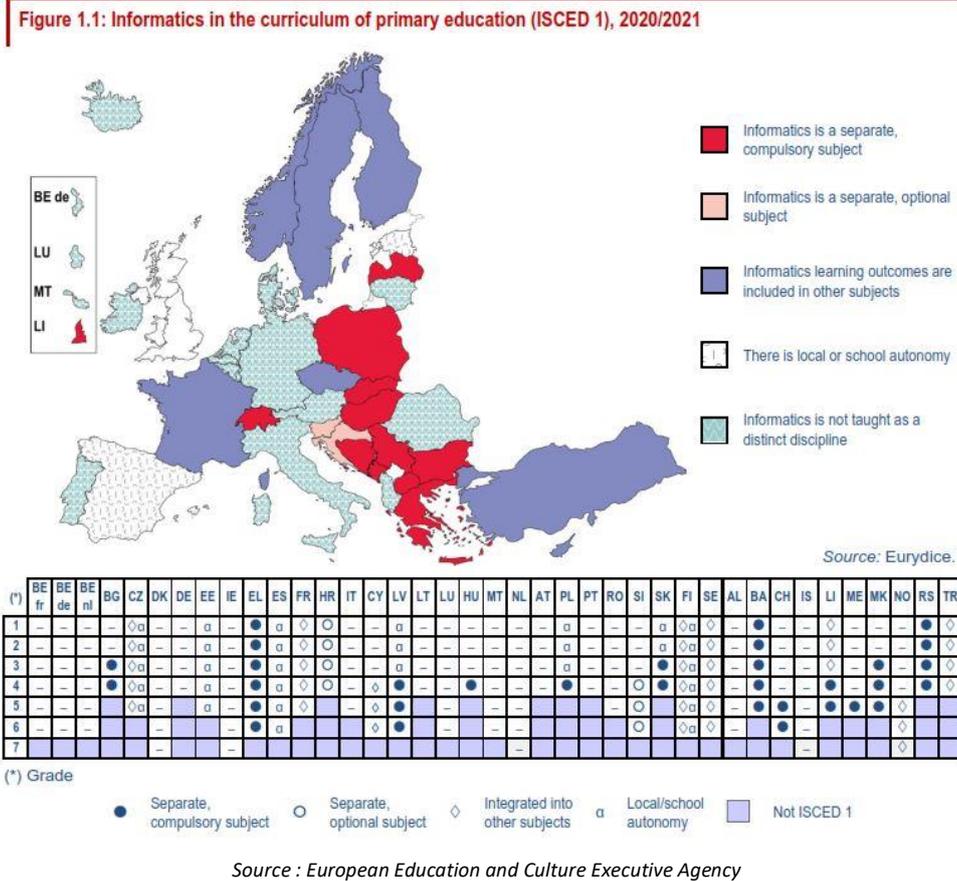


Figure 12 : l'informatique dans les programmes du secondaire inférieur

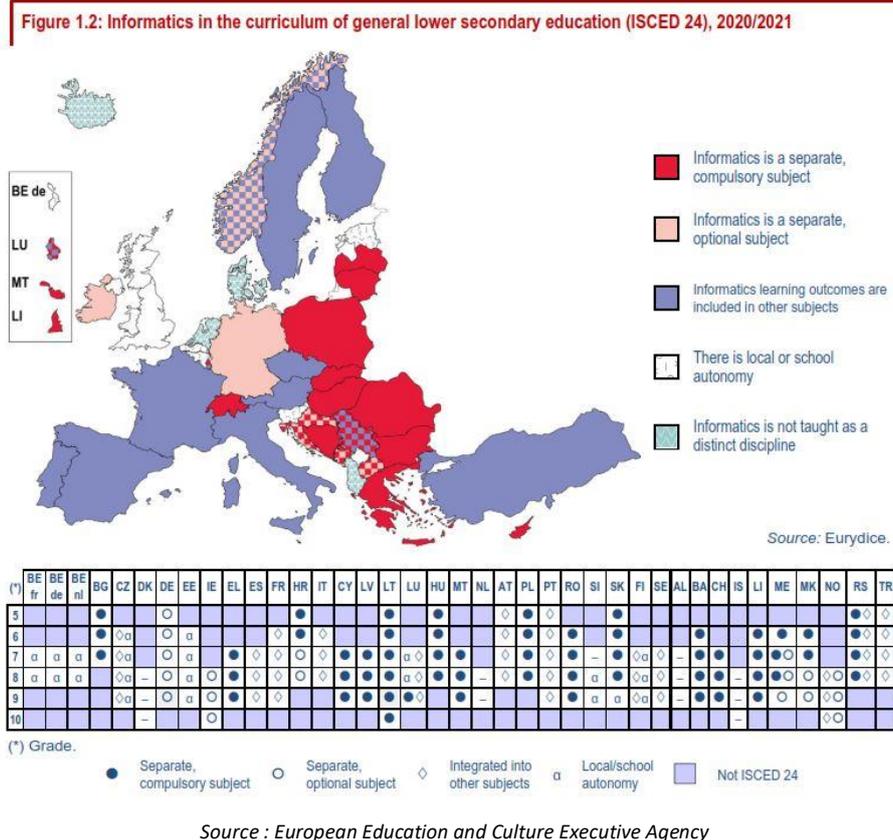
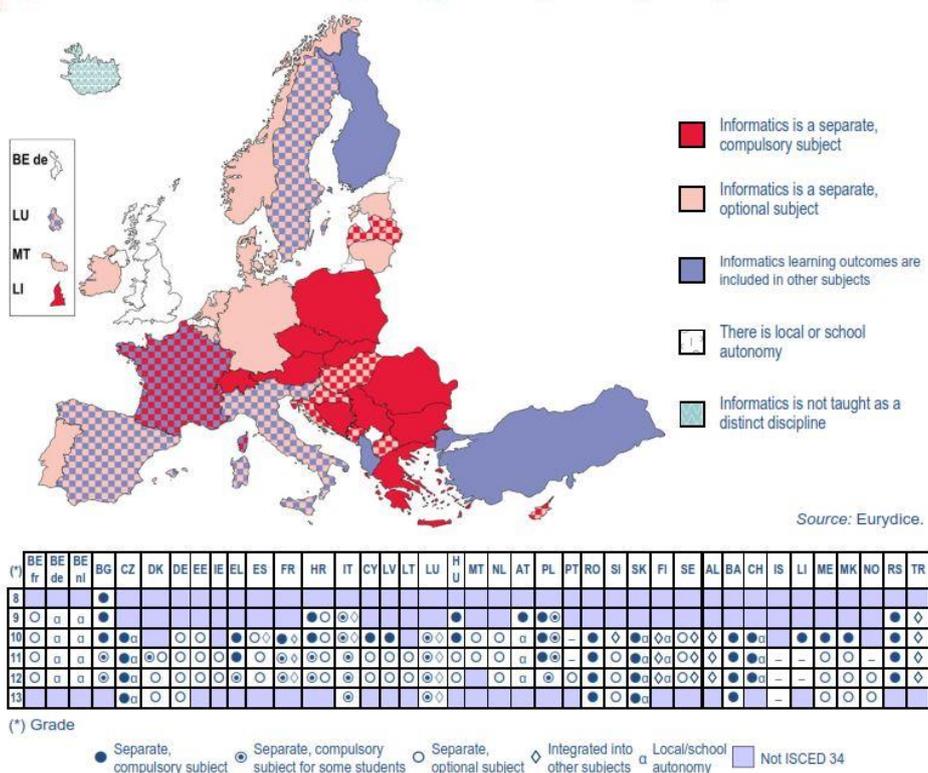


Figure 13 : l'informatique dans les programmes du secondaire supérieur

Figure 1.3: Informatics in the curriculum of general upper secondary education (ISCED 34), 2020/2021



Source : European Education and Culture Executive Agency

Ces figures montrent combien les pays de l'Europe de l'est, qui sont les derniers à avoir refondu leurs programmes éducatifs surtout à l'école primaire et au collège, ont introduit très naturellement un cours d'informatique dès le plus jeune âge pour répondre aux défis du XXI^e siècle ce que les pays de l'Europe de l'ouest, du fait du poids de la tradition, semblent avoir plus de mal à faire.

5.3. Une proposition de curriculum pour enseigner l'informatique

Sur le contenu même d'un programme d'informatique à l'école, au collège et au lycée, l'organisation *Informatics for all*²³ a produit le document *Informatics Reference Framework for School*²⁴ qui propose un programme d'informatique tout au long de la scolarité école, collège et lycée. Le tableau ci-dessous présente les parties de ce programme concernant les cycles 3 et 4.

Thème	Cycle 3	Cycle 4
Donnée et information Comprendre comment les données sont collectées, stockées. Manipuler les données pour les interpréter.	Illustrer par des exemples simples comment les systèmes informatiques acquièrent et stockent les données. Visualiser les données sous différentes formes pour leur donner du sens.	Identifier différentes façons d'accéder aux données, de les traiter ou de les manipuler. Connaître les déterminants de la qualité des données pour les traiter et les interpréter correctement sans erreur ou biais.

²³ Il s'agit de l'association de quatre organisations représentant des praticiens et des chercheurs en informatique : ACM Europe Council, CEPIS, Informatics Europe, IFIP

²⁴ <https://www.informaticsforall.org/wp-content/uploads/2022/03/Informatics-Reference-Framework-for-School-release-February-2022.pdf>

<p>Algorithme Évaluer, comprendre et écrire des algorithmes.</p>	<p>Identifier des actions de la vie courante qui peuvent être décrites sous forme d'algorithmes. Modifier un algorithme donné proposant une séquence d'instructions.</p>	<p>Écrire et valider des algorithmes incluant des structures de contrôle et des variables. Comparer la performance d'algorithmes pour un problème donné.</p>
<p>Programmation Comprendre ce qu'est un langage informatique. Utiliser un langage informatique pour développer, tester et exécuter des programmes.</p>	<p>Concevoir, écrire, tester et évaluer des programmes simples pouvant inclure des structures de contrôle. Identifier et corriger des erreurs dans des programmes simples.</p>	<p>Concevoir, écrire, tester et évaluer des programmes incluant l'acquisition et le traitement de données. Documenter sa production.</p>
<p>Système informatique Comprendre ce qu'est un système informatique, comment il est constitué, quelles sont ces limites.</p>	<p>Étudier et comparer les dispositifs d'entrée et de sortie d'un système informatique. Comprendre les notions de « hardware » et « software ».</p>	<p>Identifier une variété de périphériques (capteurs, actionneurs, moniteurs, etc.) pouvant être utilisés par un système informatique et comprendre leur fonctionnement. Identifier les principaux composants matériels et logiciels d'un système informatique et comprendre leur fonctionnement.</p>

Thème	Cycle 3	Cycle 4
<p>Réseaux et communication Comprendre comment les réseaux permettent aux systèmes informatiques de communiquer et partager l'information.</p>	<p>Distinguer internet du Web. Apprendre à utiliser un moteur de recherche pour rechercher des informations élémentaires.</p>	<p>Comprendre comment les données circulent dans un réseau. Identifier les sécurités élémentaires d'un réseau de communication.</p>
<p>Interface homme-machine Évaluer, comprendre et développer des interfaces entre les humains et les applications informatiques.</p>	<p>Identifier les différentes interactions possibles entre un humain et un système informatique.</p>	<p>Comparer les caractéristiques d'interfaces pour novices ou experts. Utiliser les possibilités de la programmation événementielle dans des cas simples.</p>
<p>Développement de projets informatiques Apprendre à développer en équipe une application informatique.</p>		<p>Réaliser des projets informatiques en équipe en mobilisant un environnement adéquat, sur des sujets faisant appel à d'autres disciplines. Réaliser un document de synthèse et le présenter à l'oral.</p>

Sur le cycle 3, les programmes français sont nettement moins ambitieux. En revanche, sur le cycle 4, on peut noter que, pour les parties *Algorithme*, *Programmation* et *Réseaux et communication*, les programmes actuels français sont très proches de ce qui est préconisé. Les parties *Donnée et information*, *Interface homme-machine* et *Développement de projets informatiques* sont en revanche moins développées dans les programmes.

Conclusion

L'informatique est désormais une discipline scolaire au lycée avec l'installation des enseignements de « sciences numériques et technologie » en seconde et « numérique et sciences informatiques » en cycle terminal de la voie générale ainsi que le recrutement d'enseignants certifiés « numérique et sciences informatiques » et agrégés d'informatique.

Le collège quant à lui s'adressant à tous les élèves, l'enseignement de l'informatique complète la formation citoyenne : il est stratégique dans une société fortement numérisée. Il contribue à l'acquisition de compétences en matière de résolution de problèmes, de créativité et de collaboration. C'est aussi un levier pour favoriser l'orientation des jeunes vers les formations à l'informatique menant à des métiers aujourd'hui en tension.

Mobiliser la pensée informatique comme démarche d'apprentissage permet aux élèves de formaliser des problèmes en vue de leur automatisation et de prendre du recul par rapport aux objets numériques qui les entourent. C'est fournir aux élèves des bases scientifiques pour comprendre et agir dans un monde numérique.

C'est aussi une préoccupation internationale dont se fait l'écho ce rapport tant dans le domaine curriculaire que celui de l'évaluation. L'enquête ICILS prévue en 2023 permettra à un panel de nos collégiens d'être testés sur la capacité à mobiliser la pensée informatique.

Si un effort réel a été fait au niveau des programmes des cycles 3 et 4, il ne se traduit pas de manière efficace dans les classes et son impact sur le développement de la pensée est insuffisant.

Pour la mission,

Christine Gaubert-Macon

Annexes

Annexe 1 :	Lettres de saisine et de désignation	41
Annexe 2 :	Liste des personnes rencontrées	45
Annexe 3 :	Trame des questionnaires adressés aux IA-IPR.....	49
Annexe 4 :	Équipements pour la pratique de l'informatique	62
Annexe 5 :	Extrait de l'épreuve de mathématiques du DNB général 2022.....	63
Annexe 6 :	Extrait de l'épreuve de sciences (partie technologie) du DNB général 2022	64
Annexe 7 :	Analyse des résultats aux items « algorithmique » du dispositif CEDRE mathématiques 2019 en fin de collège	65



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le Ministre

Paris, le 20 OCT. 2021

**Note à l'attention de Madame Caroline PASCAL
Cheffe de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche**

Objet : Mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4

Parmi les défis que notre système scolaire doit relever, la formation de citoyens éclairés qui puissent se saisir avec toute la confiance et tout le recul nécessaire des opportunités offertes par le numérique est sans doute l'un des plus importants et les plus complexes. Ce défi est au moins double.

Il s'agit tout d'abord de développer la maîtrise de la littératie numérique, à savoir la capacité à utiliser le numérique à l'école et en dehors de l'école. L'évaluation internationale ICILS 2018 (*International Computer and Information Literacy Study*), destinée aux élèves de 4ème, a montré sur ce point que les élèves français, filles comme garçons, se situaient dans une position médiane en termes de littératie numérique, mais que les enseignants français se caractérisaient par leur faible adhésion à l'idée que le numérique peut concourir à la réussite des élèves. J'ai demandé à la Présidente du CSP, Souâd Ayada, d'effectuer un bilan de l'utilisation du numérique pédagogique et de faire des propositions pour placer la France à l'avant-garde en termes d'intégration du numérique dans les apprentissages.

Il s'agit également de développer la pensée informatique chez les élèves, à la fois pour assurer une culture commune sur le numérique et la science informatique, et pour développer l'envie chez les filles et les garçons d'aller plus loin et de s'engager vers les métiers du numérique et de l'informatique. Pour répondre à cet enjeu majeur, plusieurs mesures ont été mises en œuvre depuis 2017 pour proposer, dans le cadre de la réforme du lycée général et technologique et dans la refonte des formations supérieures proposées, après le baccalauréat, dans les lycées, des parcours qui placent aujourd'hui la France à l'avant-garde en termes d'offre de formation liée au numérique et à l'informatique.

Mais c'est bien avant le lycée que se construit l'appétence des élèves et que s'ancrent parfois des stéréotypes de genre qui s'avèrent ensuite difficile à déconstruire.

Les programmes des cycles 3 et 4, mis en place à la rentrée 2016, avaient installé une initiation à la programmation au cycle 3, suivie d'un apprentissage explicite de l'algorithmique au cycle 4, partagé entre les cours de mathématiques et de technologie. Il apparaît aujourd'hui nécessaire de faire un bilan de la mise en œuvre de ces programmes dans les classes.

Madame Caroline PASCAL
Cheffe de
L'Inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche

.../...

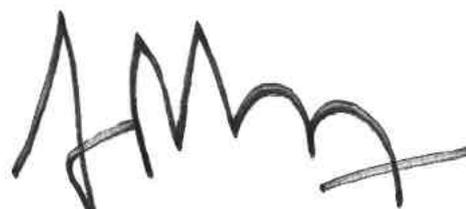
110 rue de Grenelle
75357 Paris SP 07
Tél : 01 55 55 10 10

C'est pourquoi je souhaite confier à l'IGESR la mission d'établir un état des lieux de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4, avec les points d'attention suivants :

- Quelles pratiques dans les classes (volume horaire, type d'activités, évaluation) ?
- Quelle contribution au développement de la pensée informatique ?
- Quel travail en commun entre les disciplines mathématiques et technologie ?
- Quel engagement des filles et des garçons dans les activités proposées ?

Pour accomplir cette mission, vous vous appuyerez sur des observations de terrain menées avec le concours des corps d'inspection territoriaux et vous prendrez l'attache de la DEPP pour confronter vos analyses avec les enseignements tirés de l'évaluation ICILS 2018 et avec les enjeux annoncés de l'évaluation ICILS 2023.

Vous me ferez part de vos analyses et de vos préconisations en termes d'organisation des enseignements, de formation des enseignants et d'ajustement des programmes d'ici le mois de février 2022.



Jean-Michel BLANQUER



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

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

Section des rapports

N°21-22 169

Affaire suivie par :
Manuèle Richard

Site Descartes
110 rue de Grenelle
75357 Paris SP 07

Paris, le 26 octobre 2021

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,
de la jeunesse et des sports

Objet : Mission n° 21-22 169 Pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4.

Référence : Courrier MENJS en date du 20 octobre 2021.

Par lettre visée en référence, le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports a souhaité que l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche effectue une mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4.

J'ai l'honneur de vous informer que j'ai désigné les inspecteurs généraux suivants pour effectuer cette mission :

Mme Christine Gaubert-Macon, pilote

M. Jean-Marie Chesneaux

M. Jean-Marc Desprez

Mme Claudine Picaronny

Caroline PASCAL

CPI :

Mme Christine Gaubert Macon

M. Jean-Marie Chesneaux

M. Jean-Marc Desprez

Mme Claudine Picaronny

M. Olivier Sidokpohou, responsable du collège EDP



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

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

Section des rapports

N°21-22 169

Affaire suivie par :
Manuèle Richard

Site Descartes
110 rue de Grenelle
75357 Paris SP 07

Paris, le 2 décembre 2021

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,
de la jeunesse et des sports

Objet : Mission n° 21-22 169 Pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4.

Référence : Courrier MENJS en date du 20 octobre 2021. Désignation du 26 octobre 2021.

Par lettre visée en référence, le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports a souhaité que l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche effectue une mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4.

J'ai l'honneur de vous informer que l'équipe de mission pilotée par Mme Christine Gaubert-Macon, et composée de M. Jean-Marie Chesneaux, M. Jean-Marc Desprez, et Mme Claudine Picaronny, est complétée par M. Vincent Montreuil.

Caroline PASCAL

CPI :

Mme Christine Gaubert Macon
M. Jean-Marie Chesneaux
M. Jean-Marc Desprez
M. Vincent Montreuil
Mme Claudine Picaronny
M. Olivier Sidokpohou, responsable du collège EDP

Liste des auditions

Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports

• **DEPP**

- Sandra Andreu, cheffe du bureau DEPP B2-1, bureau de la conception et du pilotage des évaluations des élèves
- Élodie Persem, pôle accessibilité, innovation et recherche
- Ronan Vourc'h, chef du bureau DEPP B2-2, bureau des études statistiques et psychométriques sur les évaluations des élèves
- Sébastien Pac, chargé d'études à mi-temps (professeur de technologie)
- Marion Le Cam, statisticienne

• **DNE**

- Axel Jean, chef du bureau DNE TN 2, bureau du soutien à l'innovation numérique et à la recherche appliquée

• **CSP**

- Alain Cadix, membre du CSP et de l'académie des technologies

Associations professionnelles d'enseignants

• **PAGESTEC** (association pour le développement, la promotion et la défense de la discipline technologie au collège)

- Lucie Ferreira-Loureiro
- Rachel Rihoua
- Sébastien Canet
- François Wicker
- Frédéric Picard

• **ASSETEC** (association nationale pour l'enseignement de la technologie)

- Rodolphe Mouix
- Christophe Minutolo
- Dominique Nibart
- Frédérique Debée
- Philippe Touron
- Séverin Druart
- Chris Nollez
- Julien Launay

• **APMEP** (association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public)

- Sébastien Planchenault
- Florence Nény
- Sophie Roubin
- Agnès Gateau

Syndicats de chefs d'établissement

- **SNPDEN-UNSA**

- Audrey Chanonat et Olivier Beaufrère, secrétaires nationaux commission « éducation et pédagogie »

- **SGEN-CFDT**

- Patricia Guilloneau, principale du collège Gambetta de Lys-lez-Lannoy

Académie de Bordeaux

- Virginie Merle, DANE
- Pierre Kessas, IEN premier degré, conseiller technique académique premier degré
- Christophe Barnet, IA-IPR
- Patrick Cohen, IA-IPR
- Jocelyn Grivaud, IEN ET
- Frédéric Guiral, IEN EG
- Christophe Méot, IEN premier degré, responsable numérique et mathématiques pour la Gironde
- Joan Mathé, IEN premier degré, responsable sciences pour la Gironde
- Christophe Petitcolin, IEN premier degré, responsable numérique pour les Landes
- Carine Cadaugade, professeure de technologie, chargée de mission robotique

- **Collège Bourran, Mérignac**

- Christophe Nayl, principal
- Magali Domicile, principale adjointe
- Équipe enseignante de mathématiques et de technologie

- **Collège des Trois Vallées, Vergt**

- Fabienne Cajan, principale
- Équipe enseignante de mathématiques et de technologie

Académie de Créteil

- **École des Hautes Bruyères, Villejuif**

- Nora Zahem, professeure

- **École Joliot-Curie, Villejuif**

- Jérémy Pinto, professeur

Académie de Nancy-Metz

- Jean-Marc Huart, recteur de la région académique
- Christine François, DANE
- Éric Pagotto, doyen des IA-IPR
- Philippe Albert, doyen des IEN ET-EG
- Romuald Tomasini, IA-IPR
- Nadine Joseph, IA-IPR
- Laurence Marcucci, IEN EG
- Denis Cardinal, IEN premier degré en charge du numérique
- Nathalie Benigni, IEN premier degré, conseillère technique du recteur

- **Collège Paul Verlaine, Malzéville**

- Fabienne L-Huillier, principale
- Équipe enseignante de mathématiques et de technologie

- **Collège Jean Lamour, Nancy**
 - Claire Delon, principale
 - Équipe enseignante de mathématiques et de technologie

Académie de Guadeloupe

- Christophe Harry, doyen des IA-IPR
- Guylène Bussac, IA-IPR
- Charles Salibur, IEN ET
- Mathieu Chalcou, IEN premier degré

Académie de Versailles

- Frédéric Guinepain, IA-IPR
- Stéphane Bouye, IA-IPR
- Gilles Cayol, IA-IPR
- Christine Weill, IA-IPR
- Jérémie Ranque, IEN ET
- Olivier Achtouk, conseiller technique premier degré de la rectrice
- Cécile Goémé, IEN numérique premier degré du 91
- Eric Quéré, IEN numérique premier degré du 78
- Fabrice Lemoine, adjoint au DANE
- Cyril Chartraire, membre de la DANE
- Angélique Monory, IEN ET

- **Collège Jules Ferry, Mantes-la Jolie**
 - Christine Orcel, principale
 - Équipe enseignante de mathématiques et de technologie
- **Collège Ariane, Argenteuil**
 - Nahouel Salah, principale
 - Équipe enseignante de mathématiques et de technologie

Autres structures

- **INSPÉ de Lorraine**
 - David Langlois, enseignant chercheur
- **INSPÉ de Montpellier**
 - Simon Modeste, enseignant chercheur
- **PIX**
 - Sophie Puig de Fabregas, responsable des contenus pédagogiques et de l'enseignement scolaire
 - Françoise Tort, enseignante-chercheuse à l'ENS Paris Saclay, conceptrice de défis pédagogiques chez PIX
- **Société informatique de France (SIF)**
 - Gilles Dowek
 - Isabelle Debled-Renesson
 - Sylvie Alayrangues
 - Yves Bertrand
 - Marie Duflot-Kremer
 - Basile Sauvage

- Jean-Marc Vincent
- **École 42**
 - Alexandra Perrin, directrice technique et pédagogique de l'école 42 Paris, cheffe de projet IOTA
 - Marc Perrin, coordinateur du projet IOTA
 - Lylian Person Gay, formateur
- **CGénial, fondation pour la culture scientifique et technique**
 - Richard Fuentes, chargé de projet, suivi du concours *Yes We Code !* (YWC)
 - Alexandra Costrachevivi, chargée de mission, évaluation des impacts des actions

Trame des questionnaires adressés aux IA-IPR

Informatique en mathématiques au collège

Dans un courrier adressé à la cheffe de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), le ministre de l'éducation, de la jeunesse et des sports a demandé une mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4. Elle est composée de cinq inspecteurs généraux.

Dans un premier temps, la mission souhaite établir un état des lieux de la pratique de l'informatique au collège. Ce questionnaire vise à recueillir des informations à travers les enseignements respectivement de mathématiques et de technologie, avec les objectifs suivants :

- Estimer la fréquence et la quantité des activités mobilisant des contenus liés à la l'informatique ;
- Estimer la variété des contextes et des supports utilisés pour travailler l'informatique ;
- Estimer la complexité des activités proposées aux élèves pour développer leur pensée informatique ;
- Estimer les modalités et la complexité des évaluations liées à l'informatique ;
- Évaluer l'implication des élèves dans les activités en lien avec l'informatique.

Pour une académie, il est attendu une réponse par équipe d'IA-IPR disciplinaire.

Nous vous remercions de votre collaboration dans la conduite de la mission.

Les inspectrices générales et inspecteurs généraux, Jean-Marie Chesneaux, Jean-Marc Desprez, Christine Gaubert-Macon, Vincent Montreuil et Claudine Picaronny.

Il y a 39 questions dans ce questionnaire

Questions générales

Quelle est votre académie d'exercice ?

Y a-t-il un suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans l'académie ? O/N

Quelles sont les coordonnées du ou des responsables du dossier (nom, prénom, fonction, adresse électronique) ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 2 [Q10] (Y a-t-il un suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans l'académie ? O/N)

Y-a-t-il un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie au niveau académique ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

Préciser la nature de ce travail.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 4 [Q13] (Y-a-t-il un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie au niveau académique ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

Est-ce que les élèves de collège sont engagés dans des concours mobilisant la pratique de l'informatique ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Oui	Non
Castor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yes we code	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Algoréa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Préciser

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question « '6 [Q15] (Est-ce que les élèves de collège sont engagés dans des concours mobilisant la pratique de l'informatique ? (Autre))

Quel est le nombre d'élèves engagés dans des concours liés à la pratique de l'informatique ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Quel retour d'expérience faites-vous sur la participation aux concours liés à l'informatique ?

Y-a-t-il des actions de formation proposées au PAF ou des animations pédagogiques en lien avec la pratique de l'informatique au collège ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

S'agit-il de formations disciplinaires ou interdisciplinaires ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 10 [Q20] (Y-a-t-il des actions de formation proposées au PAF ou des animations pédagogiques en lien avec la pratique de l'informatique au collège ?)

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Disciplinaire
 Interdisciplinaire
 Les deux

Quel est le nombre total de journées de formation à la pratique de l'informatique pour l'ensemble des stagiaires pour la présente année scolaire ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Y-a-t-il des centres de ressources académiques qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

Préciser

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 13 [Q23] (Y-a-t-il des centres de ressources académiques qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?)

Quel support numérique d'accompagnement académique est mis en place pour l'enseignement de l'informatique ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Oui	Non
Site web	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espace M@gistère	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espace Tribu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Préciser

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies : la réponse était « Oui » à la question 15 [Q25] (Quel support numérique d'accompagnement académique est mis en place pour l'enseignement de l'informatique ? (Autre))

Y a-t-il des ressources spécifiques produites en académie qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

[] Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 17 [Q27] (Y a-t-il des ressources spécifiques produites en académie qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?)

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Autre » à la question [Q29] (Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?) Veillez écrire votre réponse ici :

Dans l'enquête ICILS 2018, la pensée informatique est définie comme la capacité d'un individu à identifier les problèmes du monde réel qui sont appropriés à une formulation informatique, ainsi qu'à évaluer et à développer des solutions algorithmiques à ces problèmes afin de les mettre en œuvre à l'aide d'un ordinateur. Selon le cadre de l'évaluation, la pensée informatique comprend deux sous-dimensions : la conceptualisation des problèmes et la mise en œuvre de solutions (création, mise en œuvre et évaluation de solutions informatiques à des problèmes).

Selon vous, à quelle hauteur les enseignements d'informatique au collège contribuent-ils au développement de la pensée informatique chez les élèves ?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Pleinement Un peu Pas du tout

Expliciter votre réponse à la question précédente.

Quel est le nombre de professeurs enseignant les mathématiques au collège dans votre académie ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Quel est le pourcentage de professeurs contractuels assurant l'enseignement disciplinaire de mathématiques au collège ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Parmi ces contractuels, quel est le pourcentage ayant plus de 3 ans d'ancienneté ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Questions relatives au cours de mathématiques

Modalités de travail utilisées pour « écrire, mettre au point et exécuter un programme simple »

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Peu répandu	Souvent	Très souvent	Très rare
Activités « débranchées » (sans outil numérique)	<input type="radio"/>				
Activités mobilisant Scratch	<input type="radio"/>				
Autres, à préciser :	<input type="radio"/>				

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Très souvent » ou « Souvent » ou « très rare » ou « Peu répandu » à la question 25 [Q1] (Modalités de travail utilisées pour « écrire, mettre au point et exécuter un programme simple » (Autres))

Équipements mobilisés pour enseigner l'informatique dans le cadre de l'enseignement de mathématiques

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Salle informatique	<input type="radio"/>				
Classe mobile	<input type="radio"/>				
Équipement individuel des élèves suite à une dotation départementale ou autres	<input type="radio"/>				
Autre, à préciser					

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Très souvent » ou « Souvent » ou « Peu répandu » ou « très rare » à la question 27 [Q2] (Équipements mobilisés pour enseigner l'informatique dans le cadre de l'enseignement de mathématiques (Autre))

Comment quantifiez-vous l'utilisation des manuels scolaires dans la conduite de l'enseignement ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Rare
- Occasionnelle Fréquente
- Très fréquente

Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Manuel d'éditeur
 Cahier d'exercices d'algorithmique et programmation Autre

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Autre » à la question 30 [Q29] (Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?)

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Très souvent » ou « Souvent » ou « Peu répandu » ou « très rare » à la question 27 [Q2] (Équipements mobilisés pour enseigner l'informatique dans le cadre de l'enseignement de mathématiques (Autre))

Compétences observées pour l'attendu de fin de cycle « écrire, mettre au point et exécuter un programme simple »

	Jamais	Très rare	Parfois	Souvent	Très souvent
Modifier, corriger un programme pour un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Élaborer un algorithme à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Écrire un programme à partir d'un algorithme pour un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Compléter un programme fourni (sans en modifier la structure) à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Écrire un programme pour lequel des actions sont déclenchées par des évènements extérieurs	<input type="radio"/>				
Exécuter un programme	<input type="radio"/>				
Tester un programme, vérifier le comportement attendu	<input type="radio"/>				

Quelles sont les modalités utilisées pour évaluer les compétences des élèves ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Évaluation sur feuille en temps limité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Évaluation sur ordinateur en temps limité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Devoir à la maison	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Restitution d'un travail dans le cadre d'un projet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Dans le cadre des évaluations portant sur l'informatique quelle est la nature des questions posées aux élèves ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Analyser un programme fourni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compléter un programme fourni (sans en modifier la structure) à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modifier un programme fourni pour obtenir un comportement attendu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Élaborer un algorithme à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Écrire un programme à partir d'un algorithme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avez-vous constaté des EPI mobilisant l'algorithmique et la programmation ?

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes : Oui/Non

Thème des EPI observés.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 37 [Q7] (Avez-vous constaté des EPI mobilisant l'algorithmique et la programmation ?)

D'un point de vue général,

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Pas intéressé(e)s	Peu intéressé(e)s	Indifférent(e)s	Intéressé(e)s	Très intéressé(e)s
Comment peut-on quantifier l'implication des filles dans les activités pédagogiques en technologie abordant l'informatique ?	<input type="radio"/>				
Comment peut-on quantifier l'implication des garçons dans les activités pédagogiques en technologie abordant l'informatique ?	<input type="radio"/>				

Les membres de la mission vous remercient de votre collaboration.

Informatique en technologie au collège

Dans un courrier adressé à la cheffe de service de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), le ministre de l'éducation, de la jeunesse et des sports a demandé une mission d'évaluation de la pratique de l'informatique aux cycles 3 et 4. Elle est composée de cinq inspecteurs généraux.

Dans un premier temps, la mission souhaite établir un état des lieux de la pratique de l'informatique au collège. Ce questionnaire vise à recueillir des informations à travers les enseignements respectivement de mathématiques et de technologie, avec les objectifs suivants :

- Estimer la fréquence et la quantité des activités mobilisant des contenus liés à la l'informatique ;
- Estimer la variété des contextes et des supports utilisés pour travailler l'informatique ;
- Estimer la complexité des activités proposées aux élèves pour développer leur pensée informatique ;
- Estimer les modalités et la complexité des évaluations liées à l'informatique ;
- Évaluer l'implication des élèves dans les activités en lien avec l'informatique.

Pour une académie, il est attendu une réponse par équipe d'IA-IPR disciplinaire.

Nous vous remercions de votre collaboration dans la conduite de la mission.

Les inspectrices générales et inspecteurs généraux, Jean-Marie Chesneaux, Jean-Marc Desprez, Christine Gaubert-Macon, Vincent Montreuil et Claudine Picaronny.

Il y a 36 questions dans ce questionnaire.

Questions générales

Quelle est votre académie d'exercice ?

Y a-t-il un suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans l'académie ? O/N

Quelles sont les coordonnées du ou des responsables du dossier (nom, prénom, fonction, adresse électronique) ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 2 [Q10] (Y a-t-il un suivi de l'enseignement de l'informatique aux cycles 3 et 4 dans l'académie ? O/N)

Y-a-t-il un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie au niveau académique ? O/N

Préciser la nature de ce travail.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 4 [Q13] (Y-a-t-il un travail commun organisé entre les disciplines mathématiques et technologie au niveau académique ?)

Est-ce que les élèves de collège sont engagés dans des concours mobilisant la pratique de l'informatique ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Oui	Non
Castor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yes we code	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Algoréa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Préciser

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 6 [Q15] (Est-ce que les élèves de collège sont engagés dans des concours mobilisant la pratique de l'informatique ? (Autre))

Quel est le nombre d'élèves engagés dans des concours liés à la pratique de l'informatique ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Quel retour d'expérience faites-vous sur la participation aux concours liés à l'informatique ?

Y-a-t-il des actions de formation proposées au PAF ou des animations pédagogiques en lien avec la pratique de l'informatique au collège ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

S'agit-il de formations disciplinaires ou interdisciplinaires ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 10 [Q20] (Y-a-t-il des actions de formation proposées au PAF ou des animations pédagogiques en lien avec la pratique de l'informatique au collège ?)

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Disciplinaire Interdisciplinaire Les deux

Quel est le nombre total de journées de formation à la pratique de l'informatique pour l'ensemble des stagiaires pour la présente année scolaire ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Y-a-t-il des centres de ressources académiques qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 13 [Q23] (Y-a-t-il des centres de ressources académiques qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?)

Quel support numérique d'accompagnement académique est mis en place pour l'enseignement de l'informatique ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Oui	Non
Site web	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espace M@gistère	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espace Tribu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Préciser

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 15 [Q25] (Quel support numérique d'accompagnement académique est mis en place pour l'enseignement de l'informatique ? (Autre))

Y a-t-il des ressources spécifiques produites en académie qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui Non

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Oui » à la question 17 [Q27] (Y a-t-il des ressources spécifiques produites en académie qui accompagnent les enseignants pour la pratique de l'informatique ?)

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Autre » à la question [Q29] (Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?)

Dans l'enquête ICILS 2018, la pensée informatique est définie comme la capacité d'un individu à identifier les problèmes du monde réel qui sont appropriés à une formulation informatique, ainsi qu'à évaluer et à développer des solutions algorithmiques à ces problèmes afin de les mettre en œuvre à l'aide d'un ordinateur. Selon le cadre de l'évaluation, la pensée informatique comprend deux sous-dimensions : la conceptualisation des problèmes et la mise en œuvre de solutions (création, mise en œuvre et évaluation de solutions informatiques à des problèmes).

Selon vous, à quelle hauteur les enseignements d'informatique au collège contribuent-ils au développement de la pensée informatique chez les élèves ?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Pleinement Un peu Pas du tout

Expliciter votre réponse à la question précédente.

Quel est le nombre de professeurs enseignant la technologie au collège dans votre académie ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Quel est le pourcentage de professeurs contractuels assurant l'enseignement disciplinaire de technologie au collège ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Parmi ces contractuels, quel est le pourcentage ayant plus de 3 ans d'ancienneté ?

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Questions relatives au cours de technologie

Modalités de travail utilisées pour « comprendre le fonctionnement d'un réseau informatique »

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Activités « débranchées » (sans outil numérique)	<input type="radio"/>				
Activités mobilisant des outils numériques en simulation	<input type="radio"/>				
Activités mobilisant des matériels (prototypes ou maquettes)	<input type="radio"/>				

Situations d'apprentissage utilisées pour l'attendu de fin de cycle « comprendre le fonctionnement d'un réseau informatique »

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	très rare	Parfois	Souvent	Très souvent
Observer et décrire la structure d'un réseau	<input type="radio"/>				
Se repérer dans un réseau	<input type="radio"/>				
Organiser, structurer et stocker des ressources	<input type="radio"/>				
Exploiter un moyen informatique connecté au réseau	<input type="radio"/>				
Paramétrer un réseau dont la structure est fournie	<input type="radio"/>				
Paramétrer un réseau pour permettre le fonctionnement d'un objet connecté	<input type="radio"/>				

Modalités de travail utilisées pour « écrire, mettre au point et exécuter un programme »

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Activités « débranchées » (sans outil numérique)	<input type="radio"/>				
Activités mobilisant des outils numériques en simulation	<input type="radio"/>				
Activités mobilisant des matériels (prototypes ou maquettes)	<input type="radio"/>				

Supports mobilisés pour enseigner l'informatique et la programmation dans le cadre de l'enseignement de la technologie

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Réseau du collège ou local (salle de technologie)	<input type="radio"/>				
Équipement individuel des élèves suite à une dotation départementale ou autre	<input type="radio"/>				
Robot	<input type="radio"/>				
Carte de prototypage (Arduino, Microbit, etc.)	<input type="radio"/>				
Système industriel programmable (MOCN, charly robot, imprimante 3D, etc.)	<input type="radio"/>				
Maquette de systèmes	<input type="radio"/>				
Objet connecté	<input type="radio"/>				
Site web	<input type="radio"/>				
Tablette	<input type="radio"/>				
Logiciel de modélisation numérique	<input type="radio"/>				
Logiciel de simulation et étude de comportement	<input type="radio"/>				

Comment quantifiez-vous l'utilisation des manuels scolaires dans la conduite de l'enseignement ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Rare Occasionnelle Fréquente Très fréquente

Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Manuel d'éditeur Cahier d'exercices d'algorithmique et programmation Autre

Préciser.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était « Autre » à la question 30 [Q29] (Quelle est la catégorie des manuels utilisés ?)

Compétences observées pour l'attendu de fin de cycle « écrire, mettre au point et exécuter un programme »

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Très rare	Parfois	Souvent	Très souvent
Analyser le comportement d'un système	<input type="radio"/>				
Décomposer le problème en sous problèmes afin de structurer un programme de commande	<input type="radio"/>				

Elaborer un algorithme à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme à partir d'un algorithme pour un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Compléter un programme fourni (sans en modifier la structure) à partir d'un comportement attendu	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme pour lequel des actions sont déclenchées par des événements extérieurs	<input type="radio"/>				
Exécuter un programme	<input type="radio"/>				
Tester un programme, vérifier le comportement attendu	<input type="radio"/>				
Modifier, corriger un programme pour un comportement	<input type="radio"/>				

Au travers de vos observations dans les classes, indiquez à quel niveau de classe les élèves sont capables de :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	6ième	5ième	4ième	3ième	Non atteint au collège
Compléter un programme fourni pour obtenir le comportement voulu	<input type="radio"/>				
Modifier un programme simple avec une seule boucle itérative et un nombre limité de variables	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme simple avec une seule boucle itérative et un nombre limité de variables	<input type="radio"/>				
Modifier un programme avec une seule boucle itérative et plusieurs variables	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme avec une seule boucle itérative et plusieurs variables	<input type="radio"/>				
Modifier un programme avec comptage	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme avec comptage	<input type="radio"/>				
Modifier un programme avec des boucles conditionnelles imbriquées	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme avec des boucles conditionnelles imbriquées	<input type="radio"/>				
Ecrire un programme incluant des sous-programmes	<input type="radio"/>				

Quelles sont les modalités utilisées pour évaluer les compétences des élèves ? Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Dans le cadre des évaluations portant sur l'informatique, quelle est la nature des questions posées aux élèves ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Très rare	Peu répandu	Souvent	Très souvent
Évaluation sur feuille en temps limité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Évaluation sur ordinateur en temps limité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Devoir à la maison, programmes, simulations	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restitution d'un livrable dans le cadre d'un projet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revue de projet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

D'un point de vue général,

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Pas intéressé(e)s	Peu intéressé(e)s	Indifférent(e)s	Intéressé(e)s	Très intéressé(e)s
Comment peut-on quantifier l'implication des filles dans les activités pédagogiques en technologie abordant l'informatique ?	<input type="radio"/>				
Comment peut-on quantifier l'implication des garçons dans les activités pédagogiques en technologie abordant l'informatique ?	<input type="radio"/>				

Les membres de la mission vous remercient de votre collaboration.

Équipements pour la pratique de l'informatique

Salle informatique avec des ordinateurs de bureau connectée à internet et équipée d'un vidéoprojecteur ou d'un tableau blanc ou numérique interactif

Prévoir un nombre de postes qui permet d'accueillir une demi-classe par enseignant.

Une salle ainsi définie permet d'accueillir dix classes sur la semaine (à raison d'une séance d'une heure par semaine).

Classe mobile

Pour le cycle 3 des tablettes connectées à internet peuvent suffire.

Pour le cycle 4 privilégier des ordinateurs portables connectés à internet.

Prévoir une liaison Wi-Fi adaptée reliée à la fibre optique, via une borne par salle de pratique informatique.

Équipements personnels des élèves fournis par les collectivités

Il est nécessaire de s'assurer que le matériel permet de pratiquer le développement informatique, ce qui n'est pas toujours le cas compte tenu des dispositifs et mesures réglementaires imposées en matière de sécurité informatique.

Cartes programmables de type « prototypage rapide » permettant d'expérimenter l'informatique embarquée en interaction avec l'environnement extérieur (capteurs notamment).

Pour l'accès à des applications en ligne (type *Capytale*), *nécessité de relier les équipements à un accès internet avec un paramétrage de sécurité autorisant l'accès à ce type de service.*

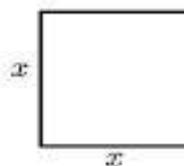
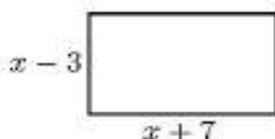
Extrait de l'épreuve de mathématiques du DNB général 2022

Exercice 4 (20 points)

Dans cet exercice, x est un nombre strictement supérieur à 3.

On s'intéresse aux deux figures géométriques dessinées ci-dessous :

- un rectangle dont les côtés ont pour longueurs $x - 3$ et $x + 7$;
- un carré de côté x .



1. Quatre propositions sont écrites ci-dessous.

Recopier sur la copie celle qui correspond à l'aire du carré. On ne demande pas de justifier.

$4x$	$4 + x$	x^2	$2x$
------	---------	-------	------

2. Montrer que l'aire du rectangle est égale à : $x^2 + 4x - 21$.

22GENMATMEAG1

Page 5 sur 7

3. On a écrit le script ci-dessous dans Scratch.

On veut que ce programme renvoie l'aire du rectangle lorsque l'utilisateur a rentré une valeur de x (strictement supérieure à 3).

Écrire sur la copie les contenus des trois cases vides des lignes 5, 6 et 7, en précisant les numéros de lignes qui correspondent à vos réponses.

```

1 Quand la touche espace est pressée
2 demander Combien vaut x ? et attendre
3 mettre x à réponse
4 mettre R à  $x * x$ 
5 ajouter  $\bullet * x$  à R
6 ajouter  $\bullet$  à R
7 dire regrouper L'aire du rectangle est et  $\bullet$  pendant 2 secondes
  
```

Extrait de l'épreuve de sciences (partie technologie) du DNB général 2022

Question en lien avec la pensée informatique

Question 3 (8 points)

Sur le document annexe réponse 2, à l'aide du document 2, **compléter** le programme de gestion « retour à la base ».

Document décrivant l'algorithme à utiliser pour compléter le programme

Document 2 – algorithme du programme de gestion du retour à la base
<p>Si la valeur mesurée par le capteur de courant est supérieure à 80 A Alors les DEL* d'information à destination de l'utilisateur sont allumées, la commande « retour base » est activée, le message « vider les déchets » est envoyé à tous</p> <p>Sinon</p> <p>Si l'intensité lumineuse reçue par le capteur est inférieure à 50 lux Alors les DEL d'information à destination de l'utilisateur sont allumées, la commande « retour base » est activée, le message « intensité lumineuse insuffisante » est envoyé à tous</p> <p>Sinon le robot effectue son cycle de « déplacement ».</p>
*DEL : diode électroluminescente

Corrigé du document annexe à compléter



**Analyse des résultats aux items « Algorithmique » du dispositif CEDRE mathématiques 2019
en fin de collège**

Les items de l'évaluation CEDRE sont catégorisés selon un thème, une compétence, un type de tâche et la complexité de la tâche à réaliser.

Des programmes Scratch sont à analyser (groupe 4 et infra), compléter ou écrire pour les groupes 5 et 6. Il s'agit le plus souvent d'un travail sur des figures géométriques.

Quelques résultats détaillés ont été fournis à la mission par la DEPP, ce qui permet d'établir le tableau suivant.

Groupe	Tâche	% réussite	% non réponse
2	Déclenchement d'une action par un évènement	72,58	6,12
2	Déclenchement d'une action par un évènement	69,91	4,46
3	Notion de variable informatique	60,3	6,64
3	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles	56,16	4,09
3	Déclenchement d'une action par un évènement	66,73	6,19
3	Notion de variable informatique	54,34	7,62
3	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles	51,47	7,18
3	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles	66,38	7,24
4	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles	49,32	5,19
4	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles	43,11	6,77
4	Déclenchement d'une action par un évènement	48,98	13,09
4	Déclenchement d'une action par un évènement.	42,71	6,23
5	Variable informatique	37,17	7
5	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles Modification d'un programme	18,93	52,39
6	Déclenchement d'une action par un évènement Écrire un programme	11,78	38,84
6	Notion de variable informatique Écrire un programme	5,28	40,37

6	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles Corriger un programme	10,65	36,51
6	Séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles Compléter un programme	7,36	39,53
6	Déclenchement d'une action par un évènement Compléter un programme	7,51	38,55