

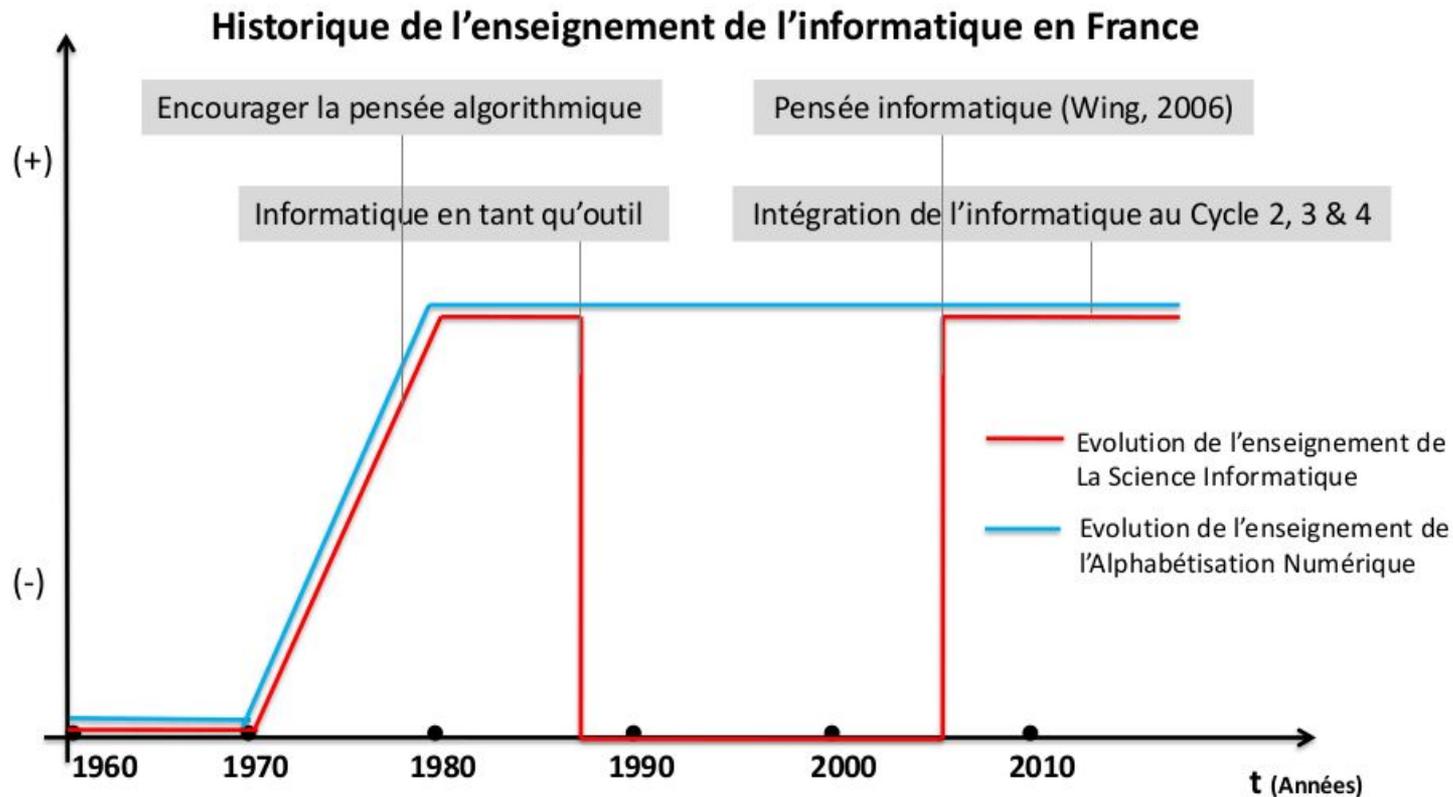
L'intégration du numérique dans l'enseignement des mathématiques

Vanea CHIPRIANOV
Université de Pau et des Pays de l'Adour

L'intégration du numérique dans l'enseignement des mathématiques

Vanea CHIPRIANOV
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Pourquoi introduire l'enseignement de l'informatique dans les programmes scolaires ?

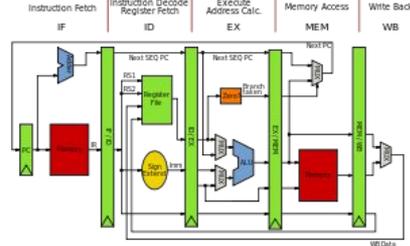


Qu'est ce qu'est l'informatique ?

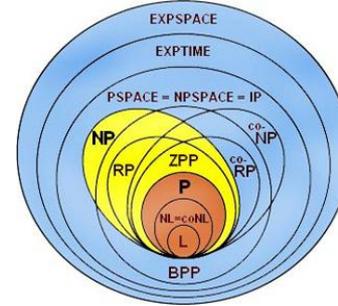
Association for Computing Machinery (ACM)



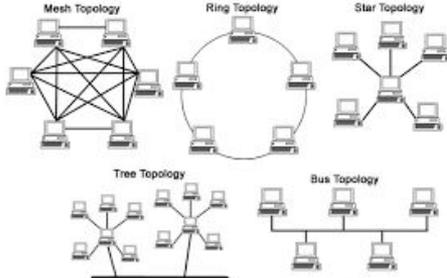
Matériel



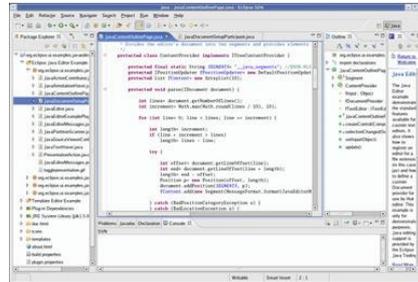
Organisation des systèmes informatiques



Théorie du calcul



Réseaux



Logiciel



Sécurité et confidentialité

...
+
6

Pourquoi avoir retenu l'algorithmique et la programmation parmi des domaines possibles ?

- Années 80 :
 - Option informatique lycée
 - Programme centré sur l'algorithmique et la programmation
 - => **Transposition assez directe** de ce qui était considéré comme l'essentiel du programme de licence universitaire informatique
- Programme 2016 (mathématiques, cycle 4) :
 - Grandes similarités en termes de focus sur l'algorithmique et la programmation
 - Curriculum résultant d'**une transposition du même type** ?

Pourquoi avoir positionné cet enseignement principalement dans des programmes de mathématiques ?

- Lien **historique** et **épistémologique** avec le contenu : algorithmique ?
 - Mais alors pourquoi pas d'enseignants spécialisés dans la SI ?
- Pb **disponibilité** de cohorte de potentiels enseignants
 - Depuis les années 90 - formations centrées l'AN
 - => quasi-absence d'enseignants spécialisés dans la SI
- Solutions préconisées :
 - «**création des concours** de recrutement et des **diplômes** identiques à ceux des autres sciences au collège et au lycée» (Académie des Sciences, 2013)
 - «dans une perspective d'affirmation de l'**autonomie** de l'informatique en tant que nouvelle discipline scolaire» (Artigue et Raoult, 2013)

Pourquoi avoir positionné cet enseignement principalement dans des programmes de mathématiques ?

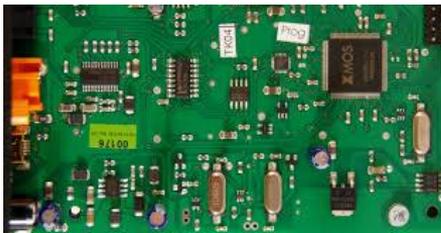
- En attendant la formation d'une masse critique d'enseignants spécialisés :
 - => «un recours à des **professeurs déjà formés** dans des disciplines préexistantes est inéluctable» (Artigue et Raoult, 2013)
 - Actuellement :
 - option informatique **au sein du** CAPES enseignants mathématiques
 - mesure prudente ? renonçant à la constitution d'un corps professoral de la SI ? au **détriment de l'affirmation d'autonomie de l'informatique en tant que discipline** scolaire ?
 - Quid de la **programmation** ? La cantonner (en pratique) à l'enseignement de la technologie ?
 - => Quid de **conséquences** de l'introduction de l'enseignement de l'informatique (SI) dans les programmes des mathématiques **sur l'enseignement de l'informatique lui même** ?

L'intégration du **numérique** dans l'enseignement des mathématiques

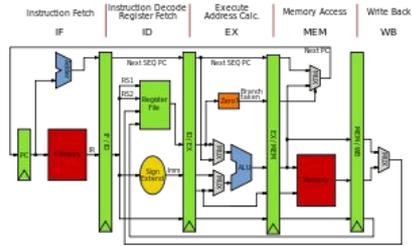
Vanea CHIPRIANOV
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Qu'est ce qu'est le «numérique» / l'informatique ?

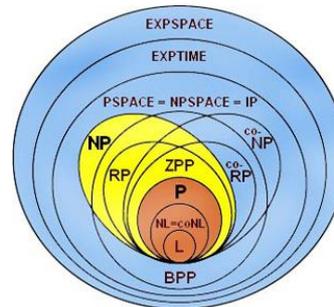
Association for Computing Machinery (ACM)



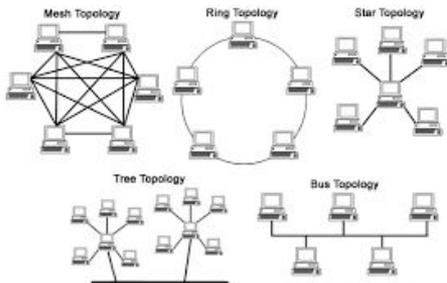
Matériel



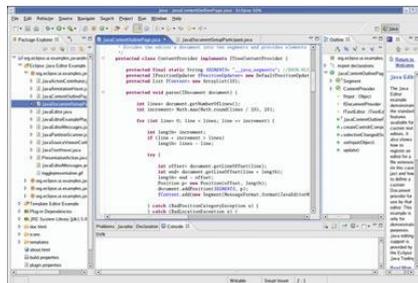
Organisation des systèmes informatiques



Théorie du calcul



Réseaux



Logiciel



Sécurité et confidentialité

...
+
6

Qu'est ce qu'est le «numérique» / l'informatique ?

Programme 2016 Cycle 4

Mathématiques + Technologie :

- “Dans le cadre des projets”, “dans une démarche de projet”;
- “[D]écomposer le problème posé en sous problèmes afin de structurer un **programme**”;
- “[É]crire [...] un programme”;
- “[M]ettre au point (tester, corriger) [...] un programme”;
- “[E]xécuter un programme”;
- “Écrire un programme dans lequel des actions sont déclenchées par des **événements** extérieurs”;
- “Notion d'**algorithme**”;
- “Notion [...] de programme”;
- “Notion de **variable** informatique”;
- “Déclenchement d'une action par un événement”;
- “[S]équences d'instructions”;
- “[B]oucles”;
- “[I]nstructions **conditionnelles**”;

Exclusivement Mathématiques :

- “[I]ls développent des méthodes de programmation”;
- Ils “revisitent les notions de **variables** et de **fonctions** sous une forme différente”;
- Ils “s'entraînent au raisonnement”;
- “[R]econnaître des schémas”;
- “Programmer des scripts se déroulant en **parallèle**”;
- “En 5e, les élèves s'initient à la **programmation événementielle**. Progressivement, ils développent de nouvelles compétences, en programmant des actions en parallèle, en utilisant la notion de variable informatique, en découvrant les boucles et les instructions conditionnelles qui complètent les structures de contrôle liées aux événements.”

(MENSUR, 2015)

Comment choisir parmi les domaines du «numérique» ?

=> Pourquoi enseigner le «numérique» ?

- **Omniprésence** de l'informatique dans tous les domaines de la société ? Outil universel ?
- Création de **richesses** et d'emplois ? Rester compétitif ?
- «Pensée informatique» : Entraîneur du cerveau à être un **meilleur solveur** de problèmes ? Fournisseur des outils mentaux à usage général ?
- Apporte des façons de penser nouvelles ? Changement de représentations mentales de tout un chacun, des outils et des objets qu'on utilise dans sa vie professionnelle et privée ?
- ... ?

(Wing, 2006), (Académie des sciences, 2013), (Tedre et Denning, 2016)

Pourquoi enseigner le «numérique» ?

- L'élève en tant que citoyen en devenir (Chevallard et Wozniak, 2003)
 - Les raisons pour enseigner les mathématiques (statistique) doivent être liées à une **réalité extra-mathématique**, une réalité du monde social et naturel, qui apparaît alors nécessaire et problématique :
 - statistique -> variabilité
 - géométrie -> spatialité
 - arithmétique -> numérosité
- => Quelle **raison «extra-numérique»/«extra-informatique»**, quelle réalité du monde social et naturel, pour le «numérique»/l'informatique ?

Quelle réalité «extra-numérique» ?



Quelle réalité «extra-numérique» ?



Automatiser certaines tâches

Pourquoi automatiser ? Quoi automatiser ?

- Tâches/processus mentaux (Bargh et Chartrand, 1999) :
 - «lourds» :
 - conscients/délibérés, contrôlés, explicites, systématiques
 - réguler consciemment et volontairement son comportement, ses évaluations, ses décisions, ses états émotionnels
 - => effort considérable, relativement lent, ...
 - «légers» :
 - non-conscients, automatiques, implicites, heuristiques
 - => aisés, très rapides, ...
- => Les appareils numériques «automatiques»
 - nous libèrent «des tâches qui ne nécessitent pas vraiment notre vigilance et notre intervention, afin que notre temps et notre énergie puissent être dirigés vers celles qui le nécessitent»
- => L'humanité, dans sa recherche d'«allègement» de processus mentaux, vise à trouver ce qui peut être automatisé

«L'une des questions philosophiques et pratiques les plus inspirantes de la civilisation contemporaine»

(Forsythe, 1969, p. 92), cité par (Knuth, 1972)

- Qu'est ce qu'on **peut** automatiser/calculer (et **comment**) ? (Rapaport, 2017), (Arden, 1983), (Denning, 1985)
 - Qu'est que l'on peut calculer de manière **efficace**, et comment ? (Comer, 1989)
 - cf. le Théorie du calcul, pb ouvert P=NP?
 - Qu'est que l'on peut calculer concrètement, **en pratique**, et comment ?
 - cf. les heuristiques
 - Qu'est que l'on peut calculer **physiquement**, et comment ?
 - cf. les implémentations physiques (alternatives) : circuits intégrés, quantum, DNA, ...
 - Qu'est que l'on **devrait** calculer, et comment ? (Arden, 1983), (Tedre, 2006)
 - cf. questions éthiques sur les décisions à laisser aux algorithmes/intelligences artificielles

Pourquoi enseigner le «numérique» ?

- L'élève en tant que citoyen en devenir (Chevallard et Wozniak, 2003)
 - Les raisons pour enseigner les mathématiques (statistique) doivent être liées à une réalité extra-mathématique, une réalité du monde social et naturel, qui apparaît alors nécessaire et problématique :
 - statistique -> variabilité
 - géométrie -> spatialité
 - arithmétique -> numérosité
- => **Quelle raison** «extra-numérique»/«extra-informatique», quelle réalité du monde social et naturel, pour le «numérique»/l'informatique ?
- L'automatisation des tâches **répétitives** ? L'**automaticité** / la **répétabilité** ?

Pour plus de détails :

- Chiprianov, V., Coulange. L. et Train, G. “Enseigner l’informatique à l’École : à la recherche d’une raison d’être ...”. 1024 - Bulletin de la société informatique de France, 2018 (à paraître)

Perspectives

- **Comment choisir** parmi les domaines du «numérique» ?
 - en vue de l'automatisme / la répétabilité ?
- **Comment organiser** (didactiquement) ces savoirs ?
- **Quelles situations** proposer pour enseigner ces savoirs et leur raisons d'être ?
- ... ?

Références

- Académie des sciences (AdS). L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre. 2013.
- Arden, B. W. What can be Automated ? : Computer Science and Engineering Research Study. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1983.
- Artigue, M. et Raoult, J.-P. À propos du rapport de l'Académie des sciences sur l'enseignement de l'informatique. 2013.
<http://images.math.cnrs.fr/A-propos-du-rapport-de-l-Academie.html>.
- Bargh, J. A., and Chartrand, T. L. The unbearable automaticity of being. *American psychologist* 54, no. 7:462, 1999.
- Baron, G.-L. et Drot-Delange, B. et Grandbastien, M. et Tort, F. Computer science education in french secondary schools : Historical and didactical perspectives. *Trans. Comput. Educ*, 14(2):27, 2014.
- Chevallard, Y. et Wozniak, F. Enseigner la statistique au secondaire. Entre genre prochain et différence spécifique. Actes de la XIIe école d'été de didactique des mathématiques, 2003.
- Chiprianov, V., Coulange. L. et Train, G. Enseigner l'informatique à l'École : à la recherche d'une raison d'être 1024 - Bulletin de la société informatique de France, 2018 (à paraître)
- Comer, D. E., Gries, D., Mulder, M. C., Tucker, A., Turner, A. J. and Young, P. R. Computing as a discipline. *Commun. ACM* 32, 1, 9–23, 1989.
- Denning, P. J. What is computer science ?. *Am. Sci.* 73, 1, 16–19, 1985.
- Forsythe, G. E. Computer Science and Education. Proceedings of IFIP Congress 1968. August 5th-10th 1968, Edinburgh, UK : pp. 92–106, 1969, (Volume 2).
- Knuth, D. E. George Forsythe and the development of computer science. *Commun. ACM* 15, 8, 721–726, 1972.
- Ministère de l'Éducation nationale de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MENSUR). Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4). Bulletin officiel spécial no. 11 du 26 novembre 2015.
- Nijimbere. C et Haspekian, M. Les enseignants face à l'entrée de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée scientifique en France. CORFEM : Actes des 17e et 18e colloques, pp. 265–285, 2012.
- Rapaport, W. J. What Is Computer Science. University at Buffalo, The State University, 2017.
- Rapaport, W. J. Philosophy of Computer Science, DRAFT c 2004–2017 by William J. Rapaport, January 14, 2018,
<https://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/Papers/phics.pdf>.
- Tedre, M. What should be automated ? : The fundamental question underlying human-centered computing. In Proceedings of the 1st ACM international workshop on Human-centered multimedia (HCM '06). ACM, New York, NY, USA, 19–24, 2006.
- Tedre, M. and Denning, P. J. The long quest for computational thinking. In Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '16). ACM, New York, NY, USA, 120–129, 2016.
- Wing, J.-M. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, March 2006. ISSN 0001-0782.