

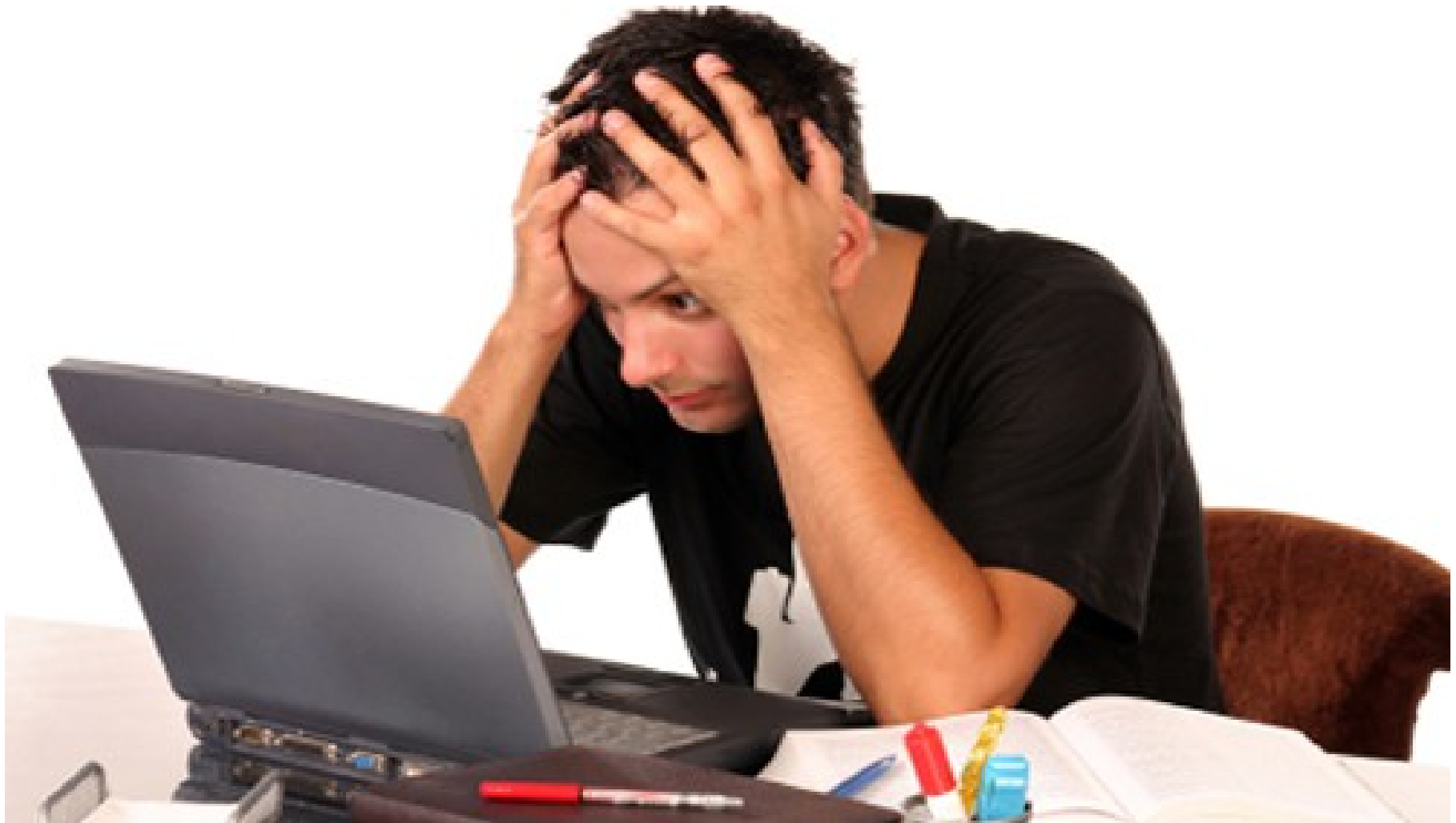


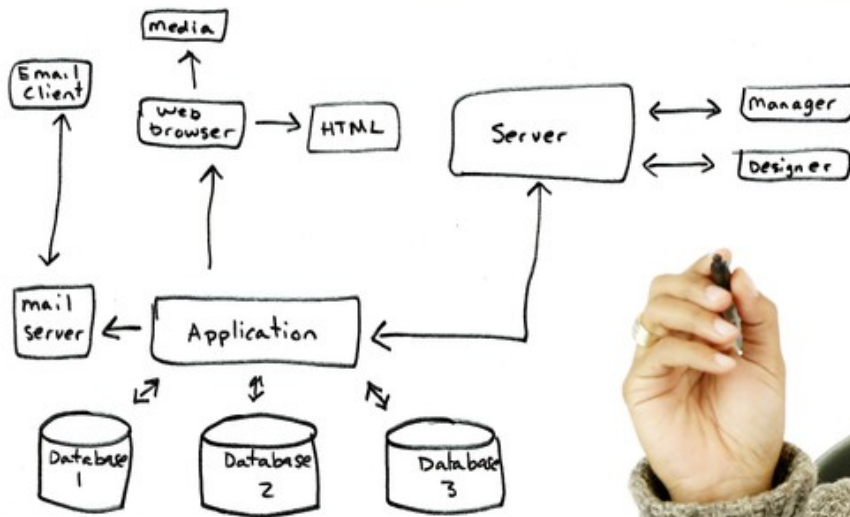
La pensée informatique : une perspective historique

Erwan KERRIEN
Equipe-Projet Magrit
Inria Nancy-Grand Est
LORIA

17 mars 2016







Quizz

- Tablette tactile 2010 (iPad)
- Smartphone 2007 (iPhone)
- Android 2007 (v1.0) => Android Wear, Android TV, Android Auto (2014)
- Google 1998 (Août 1999 : + 3 millions de requêtes par jour)
- Facebook 2004 (accessible à tous en 2006)
- bluetooth 1999 (spécif 1.0, v2 en 2004 et v3 an 2009)
- Wifi 1999 (commercial, en France : 2002)
- ADSL 1999 (accès internet grand public : 1994)
- Naissance d'un élève de Terminale 1998

Qu'est-ce que l'informatique ?

- L'informatique n'est pas (vraiment) ce qui précède

« Dans son travail, le programmeur doit réussir la prouesse de combiner la manipulation d'abstractions logiques avec l'habilité d'un mathématicien de première classe, avec un talent plus édisonnien, d'ordre plus pratique, lui permettant de construire des machines utiles à partir seulement de zéros et de uns. Il doit fusionner la précision d'un banquier avec la perspicacité d'un éclairneur, et à cela ajouter la puissance de l'imagination d'un auteur de romans policiers et la sobriété d'un homme d'affaires. Et en plus de tout cela, il doit avoir un goût pour le travail collectif et à cœur, les intérêts de son entreprise. »

Ershov (1972), Esthétique et facteur humain en programmation

L'informatique et la pensée

« Les programmeurs forment le premier grand groupe d'hommes dont le travail les amène aux limites de la connaissance humaine marquées par des problèmes algorithmiquement insolubles, et qui touche aux aspects les plus profondément secrets du cerveau humain. »

Ershov (1972), Esthétique et facteur humain en programmation

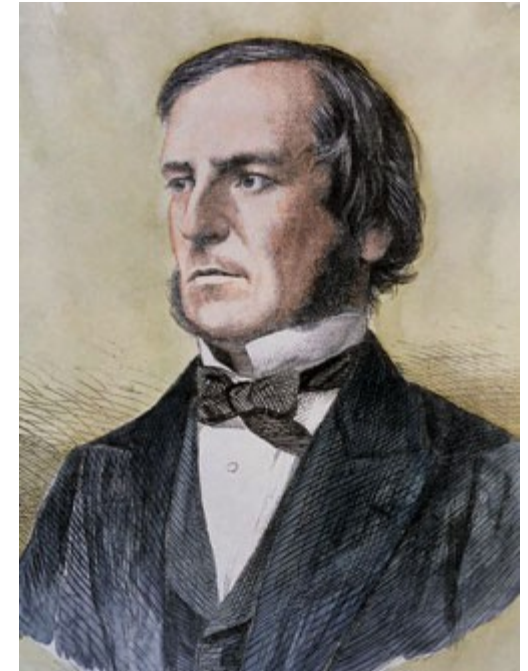
« Penser en informaticien signifie bien plus que savoir programmer. Cela requiert de penser à de multiples niveaux d'abstraction. »

Jeannette Wing (2006), La pensée informatique

XIX^e siècle (1)

- Georges Boole (1815-1864)
 - Mathématicien, logicien, philosophe, directeur d'école
 - Algèbre de Boole
 - Deux valeurs : 0 et 1 (Faux/Vrai – 0 V/5 V)
 - Deux opérateurs : ET et OU (NAND)
 - Base du fonctionnement de tout objet numérique aujourd'hui
 - A publié « Les lois de la pensée » (*An Investigation of the Laws of Thought*)

« Ce livre présente les résultats d'un principe d'étude des opérations de la pensée après que des années d'examen et de réflexion l'ont mûri »

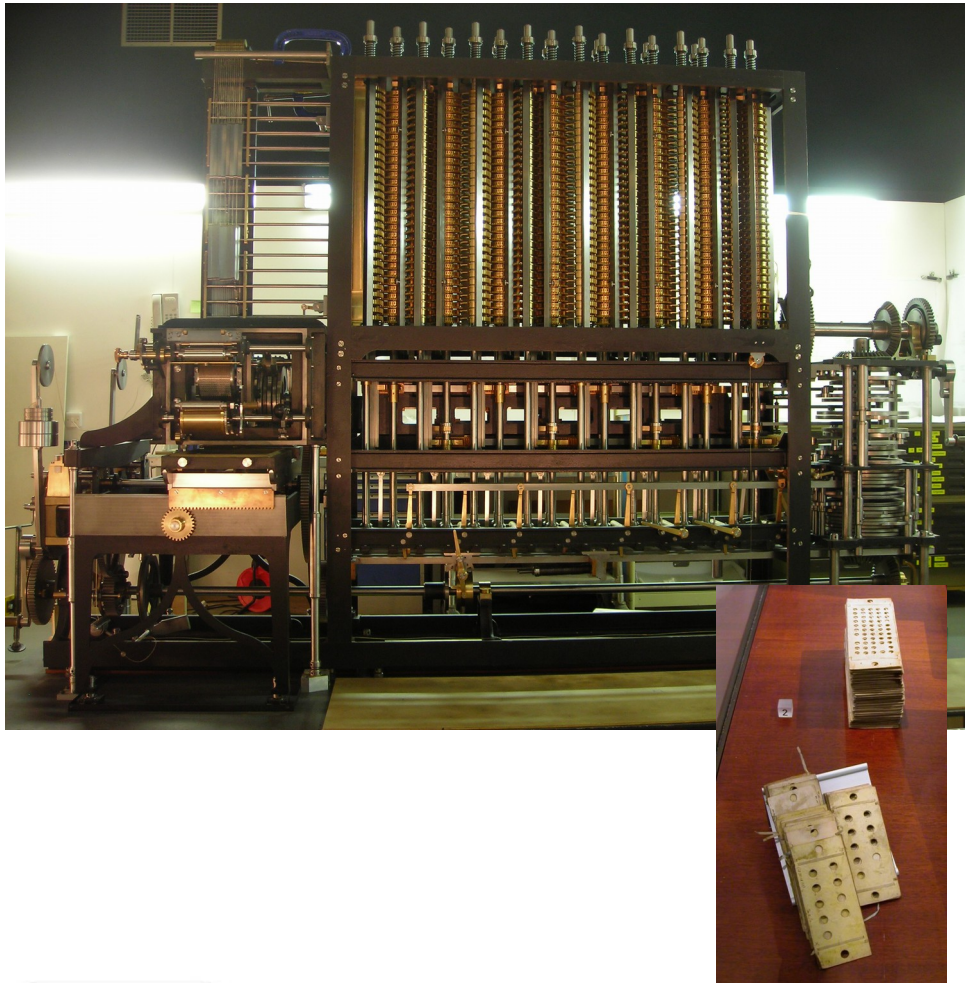


XIX^e siècle (2)

- Ada Lovelace (1815-1852)
 - Seule fille légitime de Byron
 - Mathématicienne (et comtesse)
 - Se décrivait comme « Analyste (et métaphysicienne) » faisant de la « science poétique »
 - Travail sur la machine analytique de Babbage
 - Premier programme au monde : algorithme pour calculer les nombres de Bernoulli



Machine analytique de Babbage



« La machine analytique n'a nullement la prétention de créer quelque chose par elle-même. Elle peut exécuter tout ce que nous saurons lui ordonner d'exécuter [...] Son rôle est de nous aider à effectuer ce que nous savons déjà dominer. »

« De nombreuses personnes qui connaissent mal les études mathématiques pensent que parce que le travail de la machine est de donner des résultats en notation numérique, la nature du processus doit forcément être arithmétique et numérique, plutôt qu'algébrique et analytique. C'est une erreur... La machine peut produire trois types de résultats : [...] symboliques [...] ; numériques [...] ; et algébriques en notation littérale. »

Ada Lovelace

Et avant... Vaucanson et les babyloniens

- Deux mouvements
 - Reproduire le comportement humain
 - Vaucanson (1709-1782) et ses automates
 - Formaliser les processus de la pensée humaine
 - Al-Khwarizmi (IX^e siècle)
 - « Abrégé du calcul par la restauration et la comparaison »
 - Algèbre ← al-jabr = réduction d'une fracture, reconstruction, connexion
 - Babyloniens : équations du premier et second degré (calculs administratifs, légaux et commerciaux)
 - « J'ai une pierre mais je ne l'ai pas pesée. Après avoir enlevé un septième de son poids, j'ai pesé le tout et j'ai trouvé : 1 mana (unité de masse). Quel était le poids de la pierre à l'origine ? »
 - Utilisation d'algorithmes et tables numériques

Retour vers les temps contemporains

- Un mouvement de compréhension du fonctionnement de la pensée humaine
- Une possibilité de mécaniser, systématiser des comportements humains
- Un travail de formalisation des processus intellectuels
- La naissance d'une discipline scientifique : l'informatique

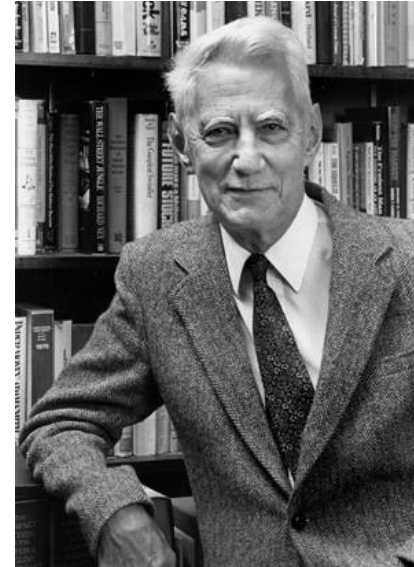
Quizz



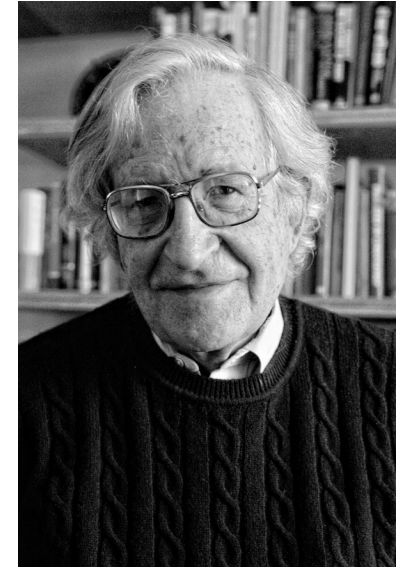
Alan Turing
(1912-1954)
Calculabilité,
décidabilité,
machine de Turing,
test de Turing



John Von Neumann
(1903-1957)
Architecture de Von
Neumann



Claude Shannon
(1916-2001)
Théorie de
l'information, la
souris Theseus,
Schéma de
Shannon



Noam Chomsky
(1928-)
Linguistique,
grammaire
universelle

La pensée informatique

« La pensée informatique sous-entend la résolution de problèmes, la conception de systèmes, et la compréhension du comportement humain s'appuyant sur les concepts fondamentaux de l'informatique. »

Jeannette Wing, « Computational thinking », 2006

- Une implantation au lycée : 4 axes d'ISN
 - Algorithme, information, langage, machine

Définir la pensée informatique ?

- Pas de consensus actuel (Grover, Pea 2013)

« La pensée informatique procède de la reconnaissance des aspects calculatoires du monde qui nous entoure, et de l'application d'outils et de techniques informatiques pour comprendre et raisonner sur des systèmes et processus naturels et artificiels »

Stephen Furber, Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. rapport technique, the Royal Society, 2012

Définition par les pratiques

- 7 grandes idées
 - Créativité
 - Abstraction
 - Données et information
 - Algorithmes
 - Programmation
 - Systèmes numériques
 - Support de l'innovation dans d'autres disciplines

Définition par les notions et compétences

- 9 notions et compétences
 - Abstractions et généralisations de schémas (modèles, simulations)
 - Traitement systématique de l'information
 - Systèmes symboliques et représentations
 - Notions algorithmiques de contrôles de flux
 - Décomposition de problèmes (modularisation)
 - Raisonnements itératif, récursif, parallèle
 - Logique conditionnelle
 - Contraintes d'efficacité et de performance
 - Débogage et détection d'erreurs systématiques

Pensées d'informaticien

« Un langage qui n'affecte pas votre manière d'envisager la programmation, ne mérite pas d'être connu »

« La simplicité ne précède pas la complexité, mais la suit »

« Peut-être que si nous écrivions des programmes dès l'enfance, serions-nous alors capable de les lire, une fois devenu adulte. »

Alan J. Perlis

Maths vs informatique : l'automate bancaire

- Mathématiques

L'utilisateur a demandé une somme, comment la lui délivrer avec un nombre minimal de billets ?

- Informatique

Modéliser toute la procédure de retrait :
Sécurité ? Communication ? Terminaison ?
Satisfaction client ?

Problèmes NP-complets

- Développer l'intuition de la difficulté d'un problème
 - Problème du sac à dos (bin packing)
 - Voyageur de commerce, planification de trajectoires (robots, molécules...)
 - 3-SAT
 - Isomorphisme de sous-graphes
 - Jeux : démineur, sudoku, Super Mario Bros

« Que vous vouliez découvrir les secrets de l'univers, ou que vous vouliez simplement faire carrière au 21^e siècle, les bases de la programmation informatique forment une compétence qu'il est essentiel d'apprendre. »

Stephen Hawking
Physicien théorique, et écrivain

La science informatique

- Discipline fondée sur l'analyse, la formalisation et manipulation de mécanismes de la pensée
- Présente de la vie courante... où on ne la voit pas
 - Ranger son cartable
 - Retrouver un objet perdu
 - Choisir la file dans un supermarché
 - ...
- Toute matière visant à affiner le fonctionnement intellectuel d'un élève peut trouver un support dans les sciences du numérique
- A nous, chercheur, de vous aider à acquérir et faire acquérir une solide culture de ce qu'est cette science

Aesthetics and the Human Factor in Programming, Andreï P. Ershov,

Communications of the ACM, juillet 1972, volume 15, n° 7

Computational Thinking, Jeannette M. Wing

Communications of the ACM, mars 2006, volume 49, n°3

Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field, Shuchi Grover and Roy Pea

Educational Researcher 2013, 42:38

Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms, David Weintrop et al.

Journal of Science Education and Technology, octobre 2015