

Compléments et réponses aux questions

Gérard Berry

Professeur au Collège de France

Chaire Algorithmes, machines et langages

Académie des sciences, Académie des technologies

<http://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry>

Cours 4, 13/02/2019

Agenda

1. L'interaction homme-machine

Différence bien conçu mal conçu

- **Mal conçu : site web plein de vide, procédures d'interaction incompréhensibles, etc.**
 - **Systèmes de réservation**: longue histoire – mieux vendre avec Socrate
 - **Affichage de retards de trains**, exemple ce lundi : site SNCF et panneaux incohérents du début à la fin, voix agréable mais ne faisant que lire ces informations incorrectes, etc
 - Windows managers trop nombreux sur Linux. C'est pas beaucoup de choix entre des moyens qu'il faut, mais un bon ! C'est dur à faire
 - **Systèmes hyper-paramétrables**, mais avec une paramétrisation initiale confuse ou inadaptée
 - **Formulaires très 20^e siècle** pour faire des choses simples avec des objets connectés - j'ai ça chez moi....
 - **GPS de voitures**, avec leurs **molettes à lettres**. Heureusement, leur vitre est idéale pour coller la ventouse du support du téléphone portable !

La différence bien conçu - mal conçu

- **Bien conçu** : peu de façons de faire, élégantes, s'enchaînant bien, et provoquant une certaine satisfaction intérieure – **de l'art**
- Inventions majeures : **souris de Douglas Englebart** en 1967, **bitmap** de l'Alto en 1973 aux stations de travail puis PCs, **gestuelle tactile** de l'iPhone.
- Ces gestes sont triviaux pour les enfants, déçus que **ça ne marche pas avec une vraie photo....**
- Mais avis personnel mitigé pour le finder du mac par rapport à Windows, **toujours obligé d'en ouvrir 2...**
- Beaucoup trop d'informaticiens sont insensibles à ces aspects, attitude « si ça me va ça doit aller aux autres »...

Pas traité dans mes cours à Paris, mais voir mon **cours à Lille** du 31 janvier 2015, où je parle d'ergonomie en photographie, suivi du **séminaire de Stéphane Huot** sur l'interaction homme-machine

La catastrophe des mots de passe faibles

- Un problème crucial lié à l'IHM
- Les mots de passe trop faciles à casser
 - **date de naissance** : sur 100 ans, moins de 40 000 mdp !
 - **mot du dictionnaire** : idem
 - **le même mot de passe** sur plusieurs site, **un bonheur pour les attaquants**
 - **vols de compte, vol d'identité, etc.**, peuvent être très durs à vivre...
- Solution connue : coffre à mots de passe **avec IHM bien faite**
 - Un bon mot de passe est **long (12 car.) et aléatoire**. On le reconnaît au fait qu'il est **impossible de s'en souvenir** !
 - Oubliez les idioties de majuscules, caractères spéciaux etc.
Car il faut connaître **au plus un mdp**, celui du coffre !
 - Et on peut passer des logins à qq d'autre sans lui donner accès aux mots de passe. L'IHM de ces coffres est centrale (multi-machine, bien sûr)

Beaucoup de culture élémentaire de ce type à promouvoir dans le grand public - mais comment faire ?

Agenda

1. L'interaction homme-machine
2. L'arrivée des données massives et de l'IA

GG, Question 1

- Etapes successives dans le développement de l'informatique : algorithmes (Al-Khwârizmi puis Turing), machines, langages de programmation, avec les machines construites par programmes maintenant.
- Or les données massives et leur analyse prennent très vite une place très importante, sans vrais besoins de langage de programmation. Quelles conséquences peut-on imaginer sur ces langages ?
- Il est vrai que je n'ai pas mis assez de dynamique dans mon tableau « données, algorithmes, programmes / langages, machines ». L'ordre historique est bien ce que tu mentionnes : algorithmes, machines, programmes, données.
- L'influence de l'extérieur sur les langages n'est pas un phénomène nouveau : débuts de l'IA → fonctionnel, OS et répartition → parallélisme, embarqué → langages synchrones, Web → dynamicité, etc. Pour les réseaux de neurones profonds, pas clair pour moi si besoin de telles grandes nouveautés en langages, sauf si elles sont dues à une meilleure compréhension du domaine
- Evolution actuelle : Python + librairies de réseaux, comme pour les mathapps? Mais Yann Le Cun vient de dire que ça ne le satisfaisait pas car il faut mieux décrire fonctionnellement les architectures, à suivre – et je n'ai jamais pratiqué mais je pense que ce genre approche finit par être meilleur !

GG, Question 2

- De mon expérience de « visionneux » et que je retrouve un peu partout, il y a 2 grands types de connaissances
 - les « connaissances descriptives » qui décrivent « l'état du monde » qu'on peut associer aux données du monde et leur agencement ou leurs relations
 - les « connaissances opératoires » qui décrivent des processus de manipulation et de transformation des données en d'autres données éventuellement de niveau d'abstraction différent mais avec toujours pour objectif de décrire « le monde »

Pendant longtemps, les efforts ont porté sur les « connaissances opératoires » à travers d'incessants nouveaux algorithmes de traitement des données et des efforts sur les calculateurs qui exécutent ces connaissances opératoires. Bien sûr, de l'autre côté, il y a eu des recherches sur les données (dont notre ami Serge Abiteboul est l'incarnation).

GG, Question 2

- Et quand on parle de réseaux de neurones la distinction n'est plus claire ... l'architecture du réseau dépend de l'abstraction que l'on peut obtenir à partir d'un échantillon - très grand - représentatif de la variabilité dans les données ; on pourrait même parler de « programmation orientée données »

le mot me paraît bien approprié

- Or de mon expérience, lorsqu'on a trop mélangé les connaissances (opératoires et descriptives) on a tjs eu du mal à expliquer pourquoi ça marche ... ou on. Bref à prouver quoique ce soit.
 - Oui, mais c'est assez fréquent dans le monde technique de travailler d'abord sur l'opérateur, une bonne partie des gens faisant comme ça toute leur vie. Ça a été le cas pour les moteurs mécaniques, en bonne partie pour l'électricité, et aussi pour la conception des circuits et pour la programmation classique des ordinateurs. Il n'y a en fait pas si longtemps qu'on sait vraiment spécifier ce que veut dire « tel programme doit résoudre tel problème », et encore moins qu'on sait le vérifier dans certains cas.
 - De plus, quand on a du succès, pourquoi ne pas continuer ?

GG, Question 2

- En programmation classique, il a fallu longtemps pour développer les théories adéquates (Scott, calculs de processus, complexité, etc), voire d'autres approches pragmatiques (opérationnelles en ton sens) complémentaires comme les BDD ou SAT pour la vérification; SAT n'est toujours pas plus théorisé que le Deep learning, on ne sait pas si c'est pour les mêmes raisons, mais c'est possible car on y parle aussi d'apprentissage.
- Et il n'y a en fait pas si longtemps qu'on sait vraiment spécifier ce que veut dire tel programme doit résoudre tel problème, et encore moins longtemps qu'on sait le vérifier formellement dans certains cas.
- Pour les approches théoriques, les classes de complexité NP datent de 1973, bien après les premiers programmes

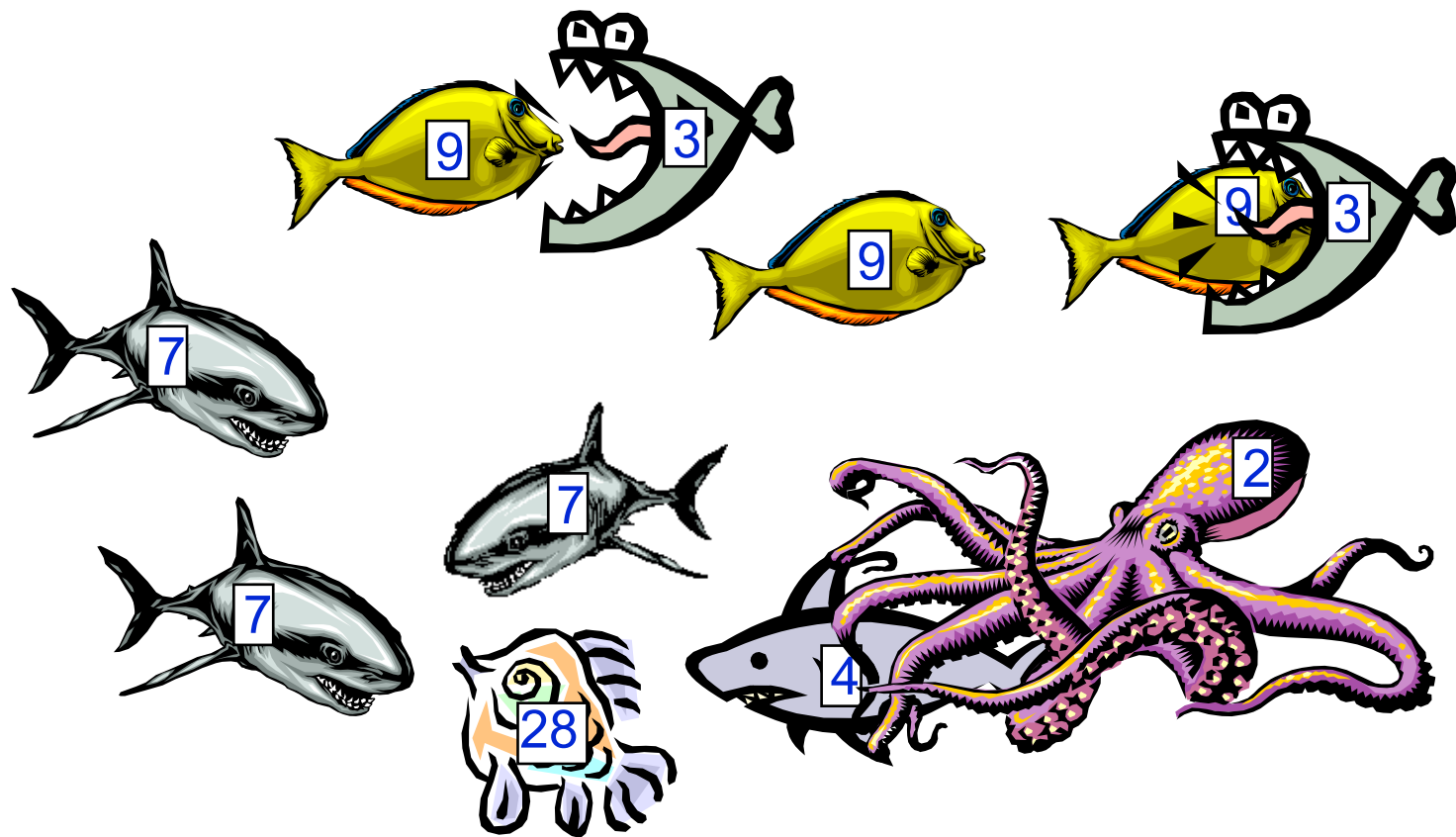
GG, Question 2

- Ma question est alors : est-ce que cette nouvelle façon de faire de la programmation orientée (ou guidée) par les données peut permettre d'élaborer de nouveaux langages de programmation permettant de refaire cette distinction entre ces connaissances ... je pense par exemple à des approches géométriques pour ces langages
- Question tout à fait intéressante, qui s'est déjà posée avec succès pour d'autres paradigmes, avec des transformations variées de l'opérationnel en intentionnel :
 - La programmation fonctionnelle, où l'on parle directement de l'intention des fonctions calculées au lieu de parler opérationnellement de la mémoire et du séquençement d'instructions de base
 - La programmation logique de Prolog puis la programmation par contraintes plus générales, où l'on exprime les contraintes sans expliquer comment les résoudre
 - La programmation temporelle d'Esterel, où on met en évidence la géométrie des interactions et comportements temporels de type flots de contrôle, qui est en général masquée dans les langages classiques
 - Mais tout cela a pris beaucoup de temps par rapport aux approches opérationnelles. Problème ouvert pour les données, mais voir Stéphane Mallat plutôt que moi !

GG, Question 3

- Et bien sûr, il y a aussi l'ordinateur chimique tu y fais allusion dans ton bouquin, la suite de tes travaux avec Gérard Boudol, qui vient d'être récompensé par La Recherche
- **Calculer avec la chimie.** L'équipe d'Olivier Bournez a montré que les réactions chimiques, telles celles qui se produisent dans une cellule, peuvent simuler une machine de Turing. Autrement dit, les réactions chimiques sont des ordinateurs universels. Les informaticiens ont aussi mis au point un « compilateur » permettant de transformer n'importe quelle fonction mathématique en réactions chimiques élémentaires. *F. Fages et al., Lectures Notes in Computer Science, 10545, 108, 2017.*

Asynchronisme : le crible de Darwin : $p, kp \rightarrow p$



Gamma : J-P. Banâtre, D. Le Métayer
The Chemical Abstract Machine : G. Berry , G. Boudol

Agenda

1. L'interaction homme-machine
2. L'arrivée des données massives et de l'IA
3. Enseignement et éducation du public

L'enseignement

- SPM : mise en place SNT / NSI - comment va-t-elle se passer ?
 - Effectivement, le succès des programmes va dépendre de la mise en œuvre, cruciale. Profs ISN pour former les formateurs de profs SNT
 - Mais il va falloir un très grand nombre des profs formés (9000), va-t-on savoir faire ça d'ici septembre? et quid des manuels ?
 - Sites importants, action Inria pixees formation des profs, interstices,...
- GB: Problème de la dispersion :
 - photo par les profs d'art, mais SNT parle d'algos, pas d'art...
 - ex : Internet en géographie en 5^e : a-t-on fait le bilan de réalité ? Va-t-on faire ça aussi en SNT pour des raisons de nombre de profs ?
 - Mais SNT a justement pour but de bien montrer l'homogénéité de l'informatique à travers des exemples dans des domaines très divers, qu'il s'agit d'unifier, le contraire de séparer.
 - Des profs ¼ formés, juste sur leur domaine, seront-ils pertinents ? Ça a déjà échoué dans le passé, pas de raison de marcher maintenant,

Enseignement : programmes et mise en oeuvre

- Les élèves prendront-ils NSI en terminale quand il faudra lâcher une option, surtout les meilleurs à qui les profs diront de prendre maths / physique pour viser les bonnes taupes ?
 - la situation actuelle des taupes n'est pas si claire que dans le passé, exemples départ des meilleurs et création du Bachelor X.
 - les élèves ont Internet et se renseignent bien plus qu'avant, en visant souvent l'international
 - Et l'informatique joue un rôle de plus en plus important dans les grandes écoles, qui tirent la taupe et dont le recrutement va être aussi modifié par NSI. Un des cours les plus suivis à l'X par exemple.
 - Les profs de première terminale ou taupe ne voient pas forcément les évolutions à long terme, le gap entre le lycée, le supérieur et l'économie étant encore traditionnel en France
 - Et l'essor de la science des données attire de plus en plus les jeunes
 - Mais le problème des filles reste intact...

PB, professeur SII

- Comment enseigner une pensée algorithmique ? Faire découper une tâche complexe en différentes tâches plus simples est une solution. Mais alors comment enseigner le développement de ces tâches simples à des élèves qui ne les perçoivent pas ?
 - s’y prendre tôt est crucial. Dès que les enfants apprennent à calculer, c’est le moment de prendre la démarche algorithmique systématiquement, et d’expliquer qui était Al Khuwarizmi.
 - Ils ont aussi l’habitude de voir les processus algorithmiques à l’œuvre dans les téléphones ou tablettes, c’est pour eux bien plus intuitif que pour les adultes.
 - En débranché, le matériel de maths Montessori, remarquablement efficace, est très algorithmique mais largement ignoré chez nous bien qu’il date de plus de 80 ans – un peu de dogmatisme ?
 - Magic Makers a aussi beaucoup de succès !

Mettre les enfants en situation d’apprentis chercheurs
(équipe-projet Inria Flowers)

PB, professeur SII

- A-t-on des facultés à travailler d'une manière algorithmique ? Par exemple, pour ma part, je n'ai pas de fibres artistiques.
 - très bonne question ! Je pense qu'il existe des différences entre individus, mais que le problème est beaucoup dans les traditions et façons d'enseigner. En France, dessin et musique sont des matières secondaires, au mieux, alors qu'en Allemagne la musique est tout à fait répandue. Ni gènes ni fatalité là-dedans.

Exemple de surprise entre matière et information

- Pour aller de France en France, un paquet Internet peut passer par Londres !

Distance géographique et Distance temps

Voici la carte d'un pays sur laquelle est représentée la capitale reliée à certaines de ses grandes villes.

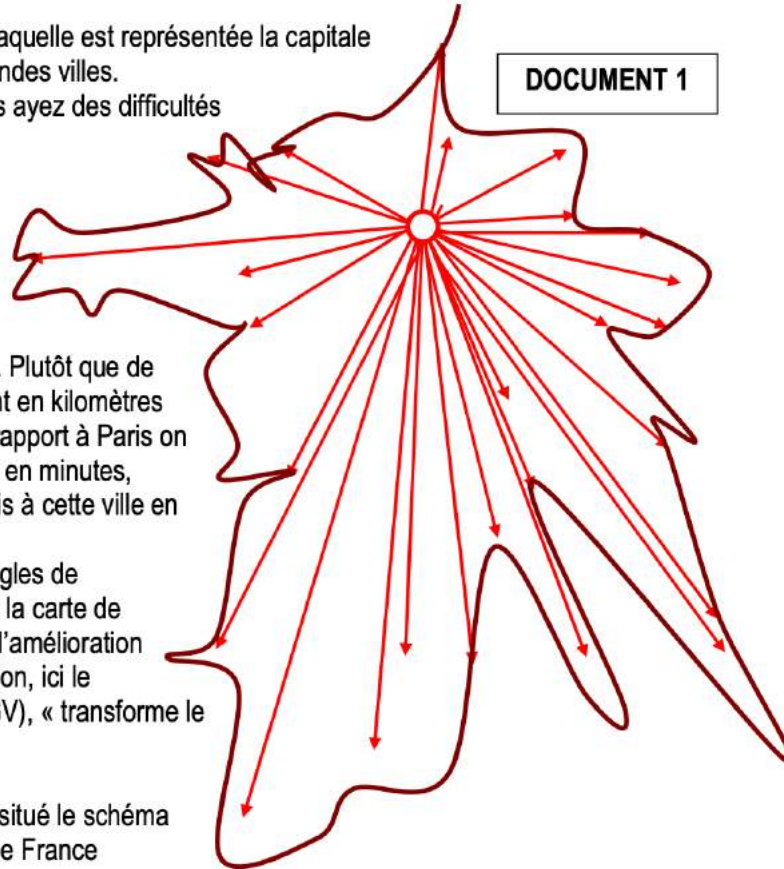
Il est vraisemblable que vous ayez des difficultés à le reconnaître !

Cette carte est celle de la France. On a positionné les diverses villes par rapport à Paris en tenant compte de leur éloignement évalué en durée, en heures et minutes. Plutôt que de tenir compte de l'éloignement en kilomètres pour situer chaque ville par rapport à Paris on utilise la durée, en heures et en minutes, nécessaire pour aller de Paris à cette ville en train.

Une telle modification des règles de représentation des points de la carte de France illustre, à quel point, l'amélioration des moyens de communication, ici le train (en particulier par le TGV), « transforme le territoire ».

Dans le document 2, on a resitué le schéma du document 1 sur la carte de France habituelle.

DOCUMENT 1



AB, professeur SVT

- J'ai l'impression que plus les personnes connaissent comment fonctionne l'informatique en général et plus ils s'en méfient. Je prends un cas extrême, on entend parler que dans la Silicon Valley des personnes préfèrent confier l'éducation de leur enfants à un système non numérique. Peut-on se demander si « l'ère numérique » est vraiment au service de l'apprentissage ?

Réponse à AB

Voici d'excellentes questions. Ma première réponse est qu'il ne faut vraiment pas confondre deux aspects

- La compréhension de l'informatique comme un des nouveaux fondements du monde, que j'ai expliquée
- L'utilisation de l'informatique en tant que support de nouvelles méthodes pour l'enseignement général

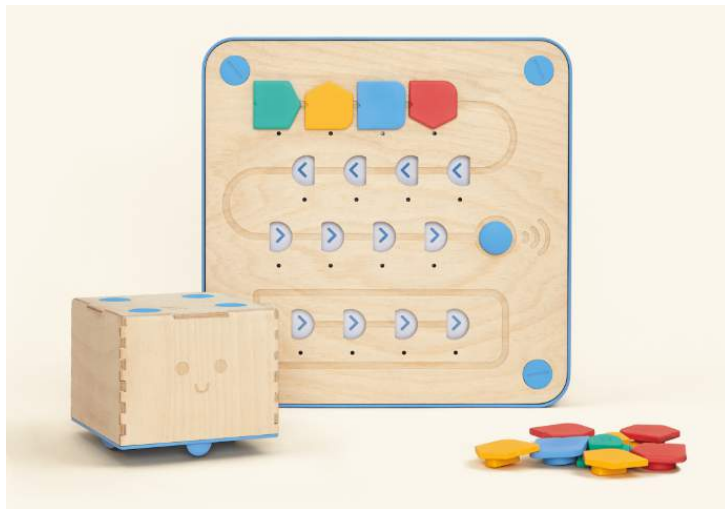
Ces questions sont vraiment différentes. J'ai moins d'avis sur la seconde, sinon qu'il ne faut pas la croire miraculeuse comme disent certains (qui n'ont d'ailleurs souvent pas essayé). Les avis sont encore divergents, et ma compétence faible.

Mais j'ai vu il y a longtemps le profit qu'on peut tirer d'aides informatiques bien faites : mon apprentissage de la frappe sur le premier mac portable, début des années 1990. Evaluation, analyse des erreurs, et suggestion d'exercices. Et un joli « mademoiselle, vous n'avez pas fait vos exercices depuis 2 jours, votre patron ne va pas être content ! »

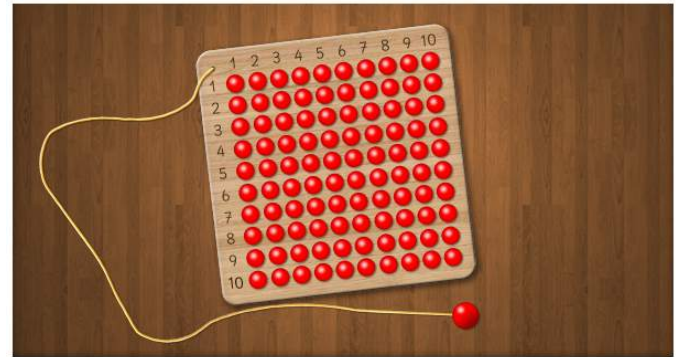
Colloque ici le 25 mars après-midi organisé par le ministère,
IA et éducation

AB, professeur SVT

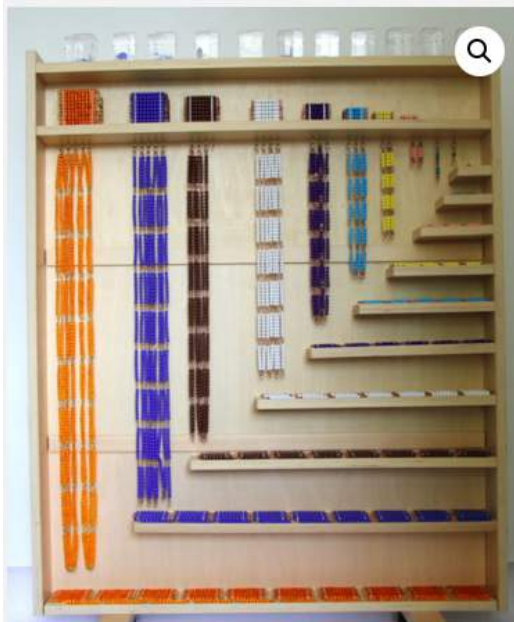
- Je pense que le passage par des productions écrites de nos propres mains sur du papier est important dans la construction de nos connaissances et de nos savoir-faires. Certaines têtes bien remplies préfèrent une éducation sans écran pour la construction des apprentissages de leurs enfants. Se disent-ils que le numérique est néfaste ? As t-on des retours d'expérimentations d'école "numérique" contre une école »à l'ancienne" ?
- Pour les enfants, l'usage constant des mains, du toucher, des yeux et des oreilles est absolument indispensable pour tout l'enseignement.
- C'est pour ça que dans l'enseignement Montessori on utilise un matériel physique très varié (tables en bois, règles, perles, et bien plus) pour voir chaque problème de plusieurs façons différentes (l'addition ou la multiplication par exemple), ce qui permet de construire solidement l'abstraction à partir de la manipulation et de l'observation.



Robot Cubetto



<http://www.lejardindekiran.com/realiser-une-planche-de-multiplication-concrete-modele-en-bois/>



Réponse à AB

- C'est aussi pour ça que je ne pense pas que les tablettes ou autres soient en elle-mêmes utiles s'il n'y a pas d'excellents logiciels (qui existent par exemple pour les petits pour la lecture et le calcul élémentaire, cf. Dehaene), et que j'aime beaucoup la vision débranchée des fondements de l'informatique.
- Mais c'est comme toujours, c'est le couplage habile des différentes modalités qu'il faut rechercher, qui dépend beaucoup de l'enseignant, de la classe, et des habitudes de la génération d'enfants considérés !
- Pour moi, tout sans écran n'est pas la bonne idée, car l'écran fait partie de la vie des enfants, et son côté tactile et sonore le rend aussi sensoriel. Mais peu d'écran, avec de bons projets et logiciels, ça peut être très utile. Pile comme pour la télévision !
- Je n'ai pas assez de pratique pour en dire plus, sinon que mon épouse et moi contrôlons de près nos petits enfants (leurs parents aussi).

CD (longue lettre)

- OK pour l'enseignement de l'informatique. Y a-t-il d'autres domaines qu'il faudrait maintenant enseigner (art, abstraction, quantique) ?
 - L'art, certainement, ça se fait assez souvent chez les petits et aussi chez les grands, mais de manière plus secondaire. Il y a maintenant une spécialité au Baccalauréat (avec même une section Arts du Cirque, très formateurs et de plus en plus répandus). Pour l'abstraction, c'est évidemment un équilibre et une progression concret / abstrait qu'il faut viser. C'est connu depuis longtemps.
- Vous parlez d'universalité de l'informatique, mais le citoyen moyen subit face au monde numérique des situations qu'il ne comprend pas suffisamment.
 - Oui, et c'est précisément un des objectifs de l'enseignement SNT en seconde de prendre le problème assez tôt par la compréhension, pas seulement par des recettes (dans les textes, il est déjà traité en 5^e, mais je ne sais pas dans les faits....)

Exemples images et sons Pouces Verts

Les grands instituts doivent-ils s'engager ?

- Les chercheurs et enseignants—chercheurs le font de plus en plus à titre individuel pour le grand public
- L'Inria le fait aussi : <http://interstices.info>, site grand public, [Class'Code](#), [pixees](#), etc.
- L'université interviendra dans la formation pour le CAPES
- Les enseignants du primaire et du secondaire n'ayant jamais été vraiment formés, il est difficile pour eux d'avoir une vue générale suffisante pour **placer chaque exemple dans un contexte plus large et d'apprécier en connaissance les impacts réels positifs ou négatifs de l'informatique**
- Hors enseignement, trois communautés à viser particulièrement : médecins, juristes et journalistes

Les informaticiens ne doivent pas se plaindre de l'ignorance du public :
c'est à eux de la remplacer par de la compréhension,
comme on le fait en physique, astronomie, biologie, etc.

Agenda

1. L'interaction homme-machine
2. L'arrivée des données massives et de l'IA
3. Enseignement et éducation du public
4. **Informatique, économie, travail collectif**

JFP

- En raison de ses propriétés paradoxales de reproduction, de conservation et de transmission instantanée sans perte, l'informatique vient ruiner toutes nos intuitions sur ce qui gouverne les échanges économiques, notamment celle du "juste prix". Elle met en lumière l'importance des échanges non-marchands.
- Je ne comprends pas tout : ces propriétés n'ont rien paradoxal, c'est juste vrai et fait partie des fondements de l'informatique : l'information est très différente de la matière
- Le juste prix n'est pas selon moi une notion économique simple : en économie, le prix est depuis toujours la jonction entre ce que le client accepte de payer et que le fournisseur accepte de recevoir, ce qui n'a à peu près rien de moralement juste !
- Et il y a déjà énormément d'échanges non-marchands, par exemple dans l'éducation, la science, l'art (musique et théâtre de rue bénévoles, etc.), l'aide aux personnes, l'action sociale ou culturelle de très nombreuses associations, les réseaux d'échange de savoir, donc l'entraide en général qui est aussi importante dans l'économie, même si pas mesurable de la même façon.
- Les économistes ou les chercheurs en sciences sociales ont déjà étudié ça, mon frère par exemple. Et certains travaillent sur des « indices de bonheur » en remplacement ou complément des PIB et autres.

- L'informatique pratique le marchand et le non-marchand : ses chiffres d'affaire marchands sont gigantesques, ses possibilités d'échanges non marchands aussi J'ai mentionné les sites d'échange comme marmiton.com ou CouchSurfing.com. Mais il y a aussi d'autres modalités comme les sites de CrowdFunding, Ulule, etc.
- Ce que fait l'informatique, c'est effectivement de changer l'échelle au sein de phénomènes existant déjà allant, passant d'échanges autrefois géographiquement locaux à une géographie arbitraire (encore modulo la langue toutefois).
- C'est effectivement un mouvement violent, mais, comme cette échelle est quand même récente, il est difficile pour moi de tirer des conclusions formelles...

JFP

- Pour les mêmes raisons fondamentales, elle a aussi une vertu « cumulative » inconnue jusqu'alors. Certes, la science est une accumulation ; mais l'informatique apporte la co-construction d'artefacts à l'échelle mondiale.
- C'était déjà vrai aussi par exemple en musique, où les échanges mondiaux ont toujours été très élevés. Mais la communication ultra-rapide change l'échelle, en permettant la généralisation rapide à d'autres domaines, comme le développement des logiciels ou celui de la science par la mise à disposition de tous les articles, ou les sites collaboratifs de toutes sortes. Encore une fois, le changement d'échelle est vraiment important
- Mais les fake news et discours haineux prennent aussi la structure d'artefacts dont la graine est parfois semée avec soin, et qui deviennent réellement co-construits ensuite...

JFP

- Une des manifestations de ces capacités est le logiciel libre, fait de l'accumulation d'une multitude de contributions réparties sur la surface du globe, dont le développement est une énorme gifle à tout le discours des économistes. Plus profondément, le modèle du développement logiciel participatif (GitHub...) vient montrer que d'autres voies sont possibles pour les sociétés modernes que le « travailler plus pour gagner plus ». Dans la désespérance où nous plongeant en ce moment les effroyables contradictions de notre système socio-économique, cette interprétation philosophique me paraît digne d'être signalée.
- Hmm, je ne peux pas être vraiment d'accord car cela n'a rien à voir pour moi avec le logiciel libre. Les logiciels professionnels sont développés exactement de la même manière, sur des githubs et de façon internationale avec de grandes équipes réparties. Ensuite, même s'il est libre, Linux est développé par beaucoup de gens qui sont payés pour ça, y compris par de grandes, moyennes ou petites entreprises comme Microsoft, Google, RedHat, Suse et bien d'autres. Je ne vois pas où est la gifle aux économistes, qui connaissent bien ce type d'économie aussi. De plus, je connais beaucoup de gens, comme moi-même et mon équipe chez Esterel Technologies, dont l'objectif est de travailler raisonnablement pour gagner raisonnablement sa vie, tout comme les enseignants-chercheurs.

CD : de la recherche à l'industrie

- Est-il nouveau que, lorsqu'une connaissance sort du laboratoire, passe par l'industrie et enfin arrive dans le quotidien des gens, des questions bien légitimes se posent ?
- Pas nouveau du tout avec la science et la technologie modernes. Exemple : la bombe atomique, la chimie et l'agriculture, les médicaments, les manipulations génétiques, etc.
- Quelle est la part d'anticipation des chercheuses et chercheurs dans le passage des connaissances vers le public ?
- C'est toujours difficile à évaluer, car toute technologie est à double tranchant. L'invention de la poudre a permis beaucoup de choses pacifiques, mais a perfectionné la guerre. La pharmacie fabrique des médicaments, mais aussi des poisons. La chimie fabrique des plastiques ou des engrais utiles, mais aussi une pollution massive et des pesticides dangereux. Internet est un merveilleux outil de communication, mais aussi pour les gangsters. Toute technologie forte est ainsi dotée de deux tranchants bien affûtés.
- L'équilibre est loin d'être facile à comprendre avant la généralisation et à corriger après, exemple les idées de liberté et d'échange lors de la conception d'Internet. Mais rester dans l'état antérieur est rarement une meilleure solution...

- Quelle est notre responsabilité de société d'être souvent dans une situation de rattrapage sans aucune anticipation sociale et souvent dans un mode copier-coller sur le voisin anglo-saxon ou asiatique ou encore des pays nordiques ?
- Elle est majeure. Comme je l'explique et l'illustre dans mon livre, les dirigeants français de tous types ont longtemps considéré que l'informatique n'était pas vraiment un sujet d'avenir, voire une mode qui allait passer, et les scientifiques l'ont longtemps vue comme un outil certes utile mais pour lequel il fallait leur donner des ingénieurs, pas des chercheurs. Idem pour le système éducatif. La conséquence est effectivement chère, même si ça a bien changé maintenant....
- Je n'ai pas la réponse à ces questions qui montrent souvent la disparition d'une ou plusieurs « tête de proue » d'un navire « France et Europe » en manque de direction claire et assumé inscrit dans la durée sur les besoins et l'émancipations.

→ Passage au chapitre suivant !

Agenda

1. L'interaction homme-machine
2. L'arrivée des données massives et de l'IA
3. Enseignement et éducation du public
4. Informatique, économie et travail collectif
5. **Stratégie et souveraineté**

CD

1. Electronique : perte de contrôle, problème stratégique qui est bien de notre faute (France et Europe)
 - Oui, sous-estimation de l'importance stratégique, mais aussi incapacité financière (coût démesuré) et absence d'accès aux ressources (même pb pour les USA). Mais une action européenne en cours sur les supercalculateurs de 1 Md €, vers l'exaflop

GM

- Je suis avec une certaine assiduité passive vos cours du CDF et, ancien informaticien, je me retrouve avec plaisir dans un environnement qui fut le mien. J'ai suivi avec un intérêt particulier le cours de cet après midi consacré à l'enseignement de l'informatique et à son évolution depuis 1980. Et c'est bien le point de départ (1980) qui me conduit à vous poser, si vous le permettez, quelques questions.
- Vous mettez en évidence les carences de l'enseignement de l'informatique et vous expliquez, d'une certaine manière le retard que nous avons pris depuis cette date par rapport aux grands du GAFAM.
- Je serai ravi de connaître votre avis sur la période précédente (1965/1980) et sur l'extraordinaire occasion que nous avons et que n'avons pas su saisir. Gâchis ? Occasion manquée ?
 - Plan calcul, entreprises nationales (CII).
 - Terminologie nationale (pas d'input et output mais entrées et sorties ; pas d'hardware et software mais matériel et logiciel).
 - Méthodologies de programmation (Jean Dominique Warnier : LCP et LCS). Paradox et Quattro Pro (Borland, Philippe Kahan, concurrents d'Oracle)

Réponses à GM

- Pour être franc, il est difficile de voir les grandes manœuvres françaises du passé n'ont pas été de grands succès et n'ont pas laissé beaucoup de traces dans l'histoire du monde :
 - La CII est née de l'embargo américain sur les supercalculateurs. Mais elle a surtout développé des machines de calcul numérique et de gestion, inadaptées à la recherche en informatique
 - L'interdiction de fait d'acheter les ordinateurs adaptés à cette recherche (PD10 et VAX) jusqu'à vers 1987 nous a forcé à faire surtout de la théorie. Heureusement, la branche de recherche autour de LISP a pu se développer à l'IRCAM, où Pierre Boulez avait obtenu du Président de la république et du premier ministre d'avoir un PDP10
 - Le minis de type VAX puis les postes de travail de type Sun 3 et 4 sont arrivés dans le 2^e tiers des années 1980. La France a fait un gros effort autour de la SM90, mais sans succès. J'ai écrit le compilateur Esterel v2 dessus, je peux garantir que ce n'était pas simple. Jouer dans la cour des grands ne demande pas que de la bonne volonté et de la compétence !
 - Et le grand plan « Informatique pour tous » avec ses TO7 dont beaucoup sont restés dans les armoires a aussi été un échec cuisant, très cher en plus....

Groupes industriels et Europe

CD :

Peut on construire un groupe industriel comme Airbus pour concurrencer les BATX et GAFA dans leur domaine, en particulier pour l'IA, comme pour les années 1950 avec le CEA et Bull ?

DV :

Il y a une Europe du nucléaire (Euratom,...), il y a une Europe de l'aviation (Airbus,...), il y a une Europe du spatial (Agence spatiale européenne_ESA). Pourquoi n'y a-t-il pas, à ma connaissance, une Europe de l'informatique?

Réponses à CD + DV

- Du CEA, il reste des avancées technologiques utilisées par ST Microelectronics ou Soitec (*Silicon on Insulator*), mais ST Micro, le seul qui reste, n'a pas les reins suffisants pour suivre la course à la miniaturisation.
- Il ne s'agit pas que de sujets d'Etat : ceux qui font les circuits aux USA, en Corée, à Taiwan et en Chine vivent surtout de leurs ventes tous azimuts! Et le savoir-faire étant critique à ces niveaux, le retard ne se rattrape pas facilement. Pour les logiciels et actions des GAFA, *Winner Take All* rend le retour dur...
- Il convient aussi de s'interroger sur une opinion très répandue en France mais rarement analysée en profondeur et moins présente ailleurs : l'état ou l'Europe sont-ils à même de résoudre les problèmes stratégiques, et sont ils les seuls à pouvoir le faire ?
- Pas sûr que ce soit stable à travers le temps, ex. les filières nucléaires, TGV et spatiales, qui furent en avance mais sont bien en peine maintenant... La stabilité empêche aussi le mouvement !
- Et l'Europe est habituée aux évolutions lentes... Airbus est un projet franco-allemand, pas européen
- Mais projets européens et ERC dans la recherche

JDR

- Deux constantes :
 - Quête de la sécurité (telle le rocher de Sisyphe)
 - oui, ce sera toujours comme ça, mais rien n'est perdu d'avance !
 - Manque d'imagination et incapacité de changement de paradigme
 - vrai dans le passé pour l'enseignement et l'automobile p.ex., mais pas inéluctable : on voit maintenant les changements. Moins vrai pour l'apprentissage automatique (IA), mais **qui sait vraiment ce qu'il va savoir faire ou non ?** Question fascinante...

- Courriel, messagerie instantanée, réseaux sociaux, téléphonie IP, ...
 - Est-ce que ça ne devrait pas être le rôle du groupe La Poste, 100% public, dont c'est le cœur de métier depuis 600 ans, et pas celui d'entreprises privées dont les intérêts sont liés à la publicité, de plus étrangères, qui le font pour gagner de l'argent à notre insu et sans notre consentement éclairé ?
 - R: plusieurs points de réponse, factuels d'abord :
 - tout le téléphone fixe est dur IP ou presque, et la disparition totale des lignes de téléphone classique est en cours
 - toutes les sociétés privées qui offrent du courrier électronique ne profitent pas directement de vos courriers, mais utilisent le fait que vous soyez chez elles pour vous proposer d'autres services avec publicité (gmail), ou vous rendre dépendant de l'utilisation de leur matériel (Apple) .
 - En fait, elles font rarement des choses « à notre insu », elles disent ce qu'elles font : c'est plutôt que les gens ne s'en soucient pas vraiment. Leurs conditions générales disent assez précisément ce qu'elles font. Mais elles sont clairement écrites pour ne pas être lues, et une par site c'est impossible à lire !
 - Le RGPD maintenant en place normalise beaucoup les conditions d'utilisation et la responsabilité des offreurs, avec une portée internationale

CD

- La Poste travaille dans un tout autre domaine, le transport physique des documents, qui n'est jamais gratuit. C'est vraiment très différent du transport gratuit de documents « électroniques ». Pour une entreprise de grande taille, il est très difficile de changer de métier (voir Digital Equipment, AT&T, IBM, etc.)
- Mais savez-vous que La Poste offre aussi un service gratuit de courrier électronique, laposte.net, où vous pouvez refuser les « offres personnalisées ». Voir la charte à l'adresse <https://compte.laposte.net/messages/charte-informatique-et-libertes-de-la-messagerie.do>
- Il existe bien d'autres services gratuits ou payants offrant des possibilités de courriel, d'agenda, etc, vous assurant que vos données ne sont pas utilisées sans votre consentement : par exemple <https://www.net-c.com/> (français) ou ProtonMail, je n'ai pas essayé, mais je changerai certainement pour ça.

Un problème récurrent :

il n'est pas facile de payer des gens avec du gratuit !

Pourquoi vouloir tout gratuit d'ailleurs ?

Vrai ou faux gratuit -GB ?

Le gratuit pollue pas mal les discussions. Il a été introduit de deux façons différentes :

- par les premiers informaticiens, qui considéraient leurs productions comme des biens communs. Ceci se retrouve dans différentes formes de logiciels libres (plusieurs variantes, BSD et GNU par exemple)
- Par les premiers services à grande échelle : mails de yahoo, et Microsoft et Google, moteurs de recherche, etc. Deux fonctions: entrée vers la pub, et recueil de données, mais pas toujours (Apple, mais il faut le matos)
- Notons qu' il existait avant, par exemple avec l'appareil Minitel, la publicité murale, ou les mange-pellicule de Kodak (idem jet d'encre)
- Mais, même s'il y a un lézard caché, on s'habitue vite et on rechigne à payer pour des choses qu'on payait avant, qui sont du gratuit plus ou moins vrai.
- Pourtant, qui a jamais considéré que l'envoi d'une lettre physique devait être gratuit ? OK, on paye un forfait. Mais la camisole est redoutable....
- Un point souvent négligé : quand ça existe, c'est toujours parce qu'il y a des gens qui travaillent, et qui sont payés par quelqu'un. Un service public n'est jamais gratuit ! Son coût est juste ventilé différemment. Ex Ecole Montessori : on paye pour un service qu'on n'a pas, et c'est un choix national en France.
- Différent en Suède, chèque éducation. Dogme ?

CD : Numérique Ecologie et climat

- Ressources minérales, énergie, recyclage du matériel rendu obsolète par le profit ?
 - R : pas qu'une question de profit, mais aussi un effet de la loi de Moore : les anciens matériels ne peuvent pas exécuter mal les applis actuelles (ex téléphones. navigation Internet, GPS intégré).
 - Pour l'énergie, elle augmente, mais la diminuer est le sujet principal maintenant.
 - Pour le recyclage, c'est un gros problème.
 - Dans les deux cas, un ordre de grandeur en dessous du même problème pour la voiture électrique !
- Consommation électrique de la blockchain
 - pas compétent, mais j'entends qu'il existe des méthodes moins gourmandes. Cf. cours de Rachid Guerraoui du

Agenda

1. L'interaction homme-machine
2. L'arrivée des données massives et de l'IA
3. Enseignement et éducation du public
4. Informatique, économie et travail collectif
5. Stratégie et souveraineté
6. **Déontologie**

CD : Déontologie

- Les informaticiens ont-ils une déontologie ?
 - La question est excellente, mais il est difficile d'y répondre simplement... Quand les choses vont très vite comme en informatique ou en biologie, ce n'est pas facile de comprendre les questions déontologiques en temps réel.
 - De plus, l'avenir n'est pas prévisible. Exemple, les concepteurs d'Internet cherchaient à construire un monde de liberté et de coopération. Le présent montre que ça existe aussi, mais que l'inverse devient dominant...
 - Antoine Petit, qu'en pensez-vous ?

Une référence sur l'architecture des CPUs

Processeurs superscalaires « flot de données »

François Anceau et Daniel Etiemble

Les techniques de l'ingénieur, livret H1011

<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/architectures-materielles-42308210/processeurs-superscalaires-flot-de-donnees-h1011/>