

Discours de Gérard Berry, Médaille d'or du CNRS

17 décembre 2014

Madame la ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche,

Madame la secrétaire d'Etat à l'enseignement supérieur et à la recherche,

Monsieur le président du CNRS,

Chers collègues, chers amis,

Je remercie le CNRS pour la récompense majeure qui m'est décernée, et qui honore aussi tous ceux qui ont partagé mon itinéraire.

Je remercie chaleureusement l'Ecole des mines de Paris et Inria, où j'ai fait la plus grande partie de ma carrière, le Collège de France qui m'a fait l'honneur de m'élire comme Professeur, l'Académie des sciences, particulièrement importante pour moi, l'Académie des technologies, et mes amis d'Esterel Technologies.

Ma carrière s'est inscrite dans le cadre collectif de la recherche française en informatique, qui est de très haut niveau et très reconnue internationalement. J'ai collaboré avec des chercheurs et des industriels remarquables, que je ne pourrai pas remercier nommément ici faute de temps. Mais je garde une pensée particulière pour mes amis disparus Gilles Kahn, Philippe Flajolet et Paul Caspi.

La place de l'informatique dans les sciences

A la fin du 20^e siècle, l'informatique a réalisé une percée fulgurante, due aux progrès exponentiels de l'électronique bien sûr, mais aussi au fait que la science informatique est une science de construction qui ne rencontre pas les obstacles des sciences naturelles, dont les objets d'étude ne dépendent pas de nous. Mathématique dans sa théorie, mais avec un système de pensée qui lui est propre, l'informatique implémente sans délai ses découvertes dans les systèmes artificiels qu'elle construit. Un bon exemple est celui des premiers moteurs de recherche, développés en quelques mois, immédiatement mis en service, et qui ont changé le monde.

J'ai longtemps vu les scientifiques classiques considérer l'informatique comme un outil précieux mais pas comme une science à part entière. La matière et l'énergie ont effectivement dominé les siècles précédents, l'information restant vue comme une question secondaire. Mais les choses changent : de plus en plus de scientifiques comprennent que l'informatique est en train de bouleverser profondément leur propre discipline et même leur façon de penser. La simulation sur ordinateur est utilisée partout. Elle devient fondamentale pour la compréhension profonde des phénomènes et pas seulement pour leur imitation. Les algorithmes deviennent aussi importants que les équations pour comprendre les lois de la nature. Les astronomes construisent leurs instruments et leurs algorithmes de façon coordonnée. De plus en plus de biologistes voient la cellule comme une machine à information, le code génétique fournissant le programme de la vie et la biochimie la machine de calcul. La médecine est révolutionnée par l'imagerie médicale et la modélisation des organes. Cependant, comparée par exemple à celle des USA, la science

française reste globalement méfiante par rapport à cette évolution mentale. Un de mes objectifs actuels est de contribuer à réduire cette méfiance.

Les vrais clefs sont dans le fondamental

Le succès de nos travaux est d'abord dû au suivi opiniâtre de fils conducteurs secrétés par des questions fondamentales, celles qui se définissent simplement, donnent du travail pour des dizaines d'années, et dont la solution conduit à des impacts imprévisibles au départ. Attention : fondamental n'est pas synonyme de théorique. Théorie, expérimentation et applications ont toujours été à égalité dans mes préoccupations. Par ailleurs, dans mes réalisations, j'ai toujours refusé les compromis pratiques litigieux qui font gagner du temps mais peuvent se payer cher par la suite. Pour moi, tout point peu clair est une bonne raison de remettre sur le tapis l'analyse fondamentale du problème. Pour juger de la qualité de nos résultats et réalisations, j'ai toujours cherché l'avis d'interlocuteurs variés, chercheurs, ingénieurs, et même compositeurs de musique. La confrontation des points de vue rend toujours scientifiquement plus modeste.

Je tiens à dire qu'aucune de nos avancées décisives n'était réellement programmable, et que seule la recherche d'air frais et d'autres points de vue dans d'autres disciplines a été soigneusement organisée.

Le chemin du fondamental à l'application

Les applications réelles se reconnaissent au fait que les interlocuteurs finaux ont des préoccupations différentes de celles des chercheurs. Elles peuvent concerner l'industrie, mais aussi la santé, l'éducation, les arts, ou d'autres domaines de recherche. Elles demandent du temps, de la persévérance et de l'ouverture. Et, si on les vise, il faut se méfier de deux attitudes également improductives : s'accrocher à un sujet théorique infécond en prétendant perpétuellement qu'il finira par avoir des applications, ou, à l'inverse, développer des prototypes jamais finis ni exportés rien que pour prouver la valeur d'un concept. Chercheur ne doit pas être synonyme d'amateur. De plus en plus de mes collègues suivent ce type de chemin allant du fondamental à l'application, avec des succès majeurs que je ne peux détailler ici.

Mes travaux initiaux ont été financés par deux GRECO du CNRS. Ces structures légères et efficaces, fondées sur la confiance, étaient bien dotées et gérées directement par les chercheurs. A la fin des années 1990, mon labo recevait chaque année des chèques de 70 000 \$ d'Intel, 50 000 \$ de Cadence et 30 000 \$ de Synopsys, toutes sociétés américaines chez qui j'étais consultant. Pas de paperasse, mais de la confiance exigeante. Mes interlocuteurs me demandaient de faire la recherche qu'ils ne savaient pas faire, pas de résoudre leurs problèmes du jour. L'efficacité de cette méthode a été claire je pense. Nous n'avons hélas pas encore cette habitude en France.

L'évolution du financement de la recherche

En dehors des financements européens de type ERC qui donnent des montants élevés avec beaucoup de liberté, et auxquels les succès français sont excellents, le financement de la recherche est de plus en plus lié à des appels d'offres majoritairement orientés vers l'innovation, temporellement limités et à taux de succès constamment décroissant. Même si je comprends l'intention, je me demande si son implémentation ne risque pas de pousser le balancier trop loin avec des effets pervers potentiellement dangereux.

Même avec les simplifications en cours, une énergie considérable est consacrée à l'organisation de consortiums plus ou moins bien ficelés, à la rédaction de propositions dont plus de 80% sont rejetées, et à leur évaluation *a priori* et *a posteriori*. Les chercheurs sont tentés de récupérer leur financement de base qui a beaucoup maigri en montant des projets incrémentaux et quelquefois déjà réalisés. Les industriels peuvent être tentés de construire des partenariats avec des chercheurs plutôt pour partager de l'argent public que pour investir vraiment dans la recherche. Tous ces points ne favorisent pas les projets vraiment ambitieux. Enfin, les contraintes sur l'utilisation des fonds indiquent encore une absence de confiance envers les chercheurs.

D'expérience personnelle, je pense que les bonnes intentions des organismes de financement devraient être davantage accompagnées d'analyses fines et approfondies de leurs effets pervers, qui peuvent conduire à ce que la routine soit mieux financée que la créativité.

L'évaluation de la recherche

De 2009 à 2012, j'ai présidé la commission d'évaluation d'Inria, qui conduit les concours d'entrée et les promotions, et gère l'évaluation des équipes. Ce fut un travail difficile mais exaltant. Je salue l'implication personnelle de mes vice-présidents et des membres nommés ou élus qui ont donné de leur temps et de leur énergie à cette activité bien respectée dans l'institut.

Plusieurs points m'ont surpris. D'abord, l'augmentation du nombre et du niveau des candidatures. Ensuite, la pression déraisonnable qui pèse sur les jeunes, en particulier pour les publications ; il devient hélas courant de publier dès qu'on a une idée, même un peu mince. J'ai orienté mon action ainsi : favoriser l'évaluation de la créativité, de l'originalité et de la vision par rapport au conformisme scientifique et au comptage brutal des publications et contrats ; favoriser l'ouverture vers le monde extérieur, qu'elle soit applicative, collaborative ou reliée à la diffusion des connaissances ; s'intéresser au moins autant au potentiel d'avenir qu'aux réalisations passées.

A travers cette expérience, je pense que l'évaluation scientifique est un art difficile mais possible, à condition de ne se laisser gouverner ni par les traditions qui tendent à favoriser les sujets déjà bien établis même s'ils ronronnent un peu, ni par les modes qui poussent des sujets attrayants par leur nom mais pas forcément par leur contenu, ni par les seuls indicateurs chiffrés. Aucune méthode bureaucratique ne pourra évaluer la créativité.

Réflexions sur l'enseignement scolaire de l'informatique

Je terminerai par un sujet qui me tient à cœur, celui de l'enseignement de la science informatique dans le primaire et le secondaire. Cette question occupe actuellement tous les pays et devient brûlante en France. En 2013, j'ai d'ailleurs coordonné un rapport de l'Académie des sciences, écrit de façon collégiale entre chercheurs et enseignants.

Un enseignement optionnel de la programmation au Lycée avait été mis en place en 1981 mais paradoxalement supprimé en 1999, au moment même du plein essor de l'informatique. Un enseignement centré sur les usages a ensuite été introduit, sanctionné par le Brevet Informatique et Internet. Bien sûr, savoir bien utiliser les instruments et réseaux informatiques est indispensable. Mais utiliser, comprendre et construire sont des activités bien différentes. Non, il ne suffit pas d'apprendre les bonnes commandes sur son ordinateur ou sa tablette sans chercher à comprendre pourquoi et comment ça marche (ou

pas, d'ailleurs). Se contenter de cette attitude revient à se poser en stricts consommateurs de technologies développées ailleurs. Heureusement que nous ne l'avons pas fait pour la physique, la chimie et la biologie. Sinon, nous n'aurions ni chercheurs ni ingénieurs, ni Airbus ni TGV, ni nouveaux médicaments, ni industrie de pointe en général. L'enseignement est indispensable pour donner le goût des sciences.

Or, les industries et services liées à l'informatique sont parmi les premiers du monde en termes de dynamique et d'emploi, et l'informatique tient une place de plus en plus grande dans toutes les autres industries et professions. Une position de pur consommateur devient intenable dans un pays resté heureusement ambitieux comme le nôtre. Comment accepter que nos bacheliers aient une connaissance nulle de l'informatique et des vraies raisons de ses impacts, alors même qu'ils l'utiliseront, en dépendront, et pour beaucoup en créeront tous les jours ? Le but de l'éducation n'est-il pas de former les enfants au monde de demain et pas à celui d'aujourd'hui, qui n'existera plus demain ?

Beaucoup d'adultes peinent à intégrer l'informatique dans leur champ conceptuel et pratique. Mais les enfants n'ont pas ces problèmes. Un ami m'a rapporté l'histoire d'une petite fille de 10 ans qui a demandé à sa maman « Tu m'as dit que quand tu avais mon âge tu n'avais pas d'ordinateur. Alors, comment faisais-tu pour aller sur Internet ? ». Comme elle est née après l'informatique, les ordinateurs et Internet sont pour elle une partie normale de la nature préexistante, au même titre que la montagne, la mer, le vélo ou le chat. L'impact le plus profond de l'informatique est ainsi que le schéma mental des enfants actuels ne sera plus le même que celui de leur parent. L'enseignement ne peut l'ignorer.

Le système n'est heureusement plus au point mort. Après une préparation réunissant inspecteurs, professeurs et chercheurs, un enseignement optionnel de vraie informatique en terminale scientifique a été mis en place en 2012 et a déjà touché plus de 40 000 élèves. Des discours récents du Président de la république et de la Ministre de l'Éducation nationale ont explicitement reconnu la différence entre usage et science, quelquefois réduite cependant à la programmation (renommée codage pour la circonstance), et des consultations sont en cours pour faire évoluer l'enseignement général dans le bon sens, du primaire au baccalauréat. Trois clefs sont la formation des professeurs, évidemment essentielle mais quasiment absente pour l'instant, les qualifications de ces professeurs, qui doivent à terme être les mêmes que pour les autres matières, et la relation à établir avec les autres disciplines, tout cela sous contraintes budgétaires. Rien n'est simple, mais j'affirme ici solennellement que ce n'est pas en les laissant vieillir davantage que les problèmes s'arrangeront. Il est vraiment temps de bouger en grand et de mettre l'intérêt de nos enfants et de notre pays devant les peurs de tous ordres. D'autres pays comme l'Angleterre l'ont déjà décidé, c'est donc possible.

Pour terminer je rappellerai qu'il faut encore et toujours tordre le cou aux préjugés de genre. J'ai récemment rencontré de jeunes bacheliers auxquelles on a explicitement dit dans leur lycée que l'informatique n'est pas un métier de femme. L'une l'a cru et y a renoncé. C'est aussi inadmissible que complètement faux. Ce problème crucial doit être pris à la racine, donc très tôt dans l'enseignement.

Conclusion

En conclusion, moi-même et toute ma communauté sont conscients que cette médaille d'or est un acte de reconnaissance fort pour la science informatique autant qu'une récompense personnelle. Après des relations parfois houleuses, la collaboration entre le CNRS, Inria et

les universités s'intensifient de jour en jour, et les chercheurs sont de plus en plus ouverts aux autres sciences, à l'industrie, à l'éducation et à la diffusion des connaissances. C'est ce que nous pouvons faire de mieux. Serrons les coudes, continuons sur ce chemin, et faisons entrer nos enfants dans le monde du 21^e siècle, qui sera incontestablement informatisé en grand.