

## L'informatique

**Résumé de la conférence donnée par  
M. Jacques St-Pierre, le mercredi 18 janvier 1967  
à l'Institut de technologie Laval**

Un grand nombre de vocables circulent depuis quelques années et qui ont noms: cybernétique, cerveaux électroniques, machines à calculer, calculateur, calculatrice, appareil mécanographique, ordinateur; traitement des données, documentation automatique, traitement de l'information, informatique.

Ces expressions, souvent vides de sens pour un très grand nombre de personnes, recouvrent simultanément pour d'autres, plusieurs concepts qui devraient être distincts. La notion de cybernétique remonte à son créateur Von Neumann. Elle recouvre toutes les activités reliées à l'étude des automatismes et s'intéresse tout particulièrement à l'étude des automatismes biologiques. Forcément, la cybernétique comprend en particulier l'étude des appareils doués d'une certaine capacité de prendre des décisions comme en sont capables les ordinateurs. L'expression: ordinateur, pendant quelque temps la propriété d'un fabricant d'appareils électroniques capables de manipuler une information convenablement codée (qualitative ou quantitative), semble maintenant acceptée assez généralement dans le monde francophone. L'expression anglaise équivalente est "computer". Il est intéressant de noter que l'expression française est plus générale que sa contre-partie anglaise qui ne met l'accent que sur l'aspect "calcul". Or, les appareils électroniques modernes sont capables de manipuler une information qualitative (mots, phrases, texte, etc...) aussi bien qu'une information chiffrée, d'où l'avantage de l'expression française.

### L'informatique

Confinant notre attention aux diverses activités reliées aux ordinateurs - allant de la création des appareils à leur utilisation, en passant par toutes les phases de la réalisation technique et des moyens d'entrer en communication avec eux - nous voyons immédiatement que de nombreuses catégories de spécialistes y consacrent le meilleur d'eux-mêmes. On y retrouve en particulier, d'une part, des logiciens, des mathématiciens, des ingénieurs, des électroniciens, des spécialistes des langages et, d'autre part, des utilisateurs qui se recrutent dans pratiquement toutes les sphères des activités humaines; chercheurs dans les sciences de la nature, mathématiciens et logiciens, littéraires, philosophes, chercheurs dans les sciences humaines, etc...

C'est à M. Philippe Dreyfus que revient le mérite d'avoir proposé, en juin 1962, dans un article qu'il signalait dans la revue "Gestion", un nouveau vocable: "informatique", pour représenter les activités multiples de toutes ces catégories de personnes à l'oeuvre depuis près de vingt ans.

L'informatique est la technique - je dirais la science - du traitement logique et automatique de l'information: support des connaissances et communications humaines. L'informatique comprend tant les méthodes que les moyens, d'ailleurs indissociables, ainsi que l'étude de leurs domaines d'application. Du côté des moyens, on retrouve:

1. les techniques de physique appliquées aux ordinateurs;
2. des éléments fonctionnels: mémoire; organes d'entrée et de sortie, organes de traitement, organes de transmission.

Dans les méthodes, on retrouve:

1. les méthodes des langages de programmation;
2. les techniques de reconnaissance des caractères, forme, langage parlé;
3. la codification des symboles;
4. les méthodes d'analyse tant numériques que non-numériques.

Dans les applications, au traitement automatique de l'information, des moyens et méthodes, on retrouve:

1. les gestions administratives, commerciales et industrielles;
2. les calculs scientifique et technique;
3. le contrôle des processus industriels ou scientifiques;
4. la traduction;
5. la documentation.

Je n'ai pas l'intention de me confiner aux généralités, croyant qu'il vaut beaucoup mieux illustrer, par un exemple approprié, les problèmes nouveaux qui intéressent certains informaticiens. En fonction de cet auditoire, formé de personnes ayant une formation mathématique, je me propose de présenter un cas concret, relevant des mathématiques élémentaires, qui illustre le genre de difficultés rencontrées. Il s'agit de la recherche des solutions d'une équation du second degré.

QUELQUES PROBLEMES RELIES A LA RESOLUTION D'UNE EQUATION DU SECOND DEGRE AU MOYEN D'UN ORDINATEUR:

a) Quelques considérations sur les ordinateurs: Laisant de côté aujourd'hui la description des divers organes d'un ordinateur, je me contenterai de rappeler que l'information, dans le cas présent, des valeurs numériques, est emmagasinée à l'intérieur de l'ordinateur sous la forme d'un code qui est essentiellement binaire. L'on peut montrer aisément qu'avec une "bit" on peut représenter deux nombres, avec deux "bits", on peut représenter quatre nombres, et d'une façon générale, avec "n" bit, on peut représenter  $2^n$  nombres. Comme cas particulier, si l'on considère un ordinateur possédant 36 bits utilisables, l'on trouve que le nombre de nombres est de l'ordre de grandeur de  $6.7 \times 10^{10}$  cependant qu'avec un ordinateur de 48 bits on trouve  $3.0 \times 10^{14}$  nombres. L'on voit tout de suite que le nombre de chiffres est limité: en fait, l'ordinateur

ne travaille pas dans le continu. Il s'ensuit qu'il est impossible de représenter, à l'aide d'un ordinateur, un nombre irrationnel; par ailleurs, quantité de nombres rationnels, comme  $1/3$ , ne peuvent être introduits dans les ordinateurs.

b) Considérations sur la façon de storer des nombres dans les ordinateurs: méthode de la virgule flottante

Cette convention permet de représenter un nombre de la façon suivante: tout d'abord l'on enregistre dans la mémoire autant de chiffres que la capacité de l'ordinateur le permet, sous réserve que le premier chiffre ne soit pas zéro (0). Deuxièmement, on affuble le nombre d'un signe positif ou négatif. Troisièmement, par convention, la virgule décimale est placée immédiatement après le premier chiffre. Quatrièmement, l'on indique, avec son signe, l'exposant de 10 qui doit multiplier le nombre de façon à ce que l'on conserve son ordre de grandeur.

Compte tenu des dimensions des ordinateurs en ce qui concerne leur capacité de storage, on en arrive à des nombres de 8 chiffres significatifs ou 11 chiffres significatifs et à des exposants de 10 allant dans un cas de -50 à + 49 et dans d'autres cas d'environ -500 à +500.

c) Opérations arithmétiques des nombres emmagasinés dans l'ordinateur

Si l'on considère l'opération addition, on voit que l'on peut obtenir, en certains cas, une réponse exacte alors que dans d'autres cas, il y a une perte du degré de précision et qu'un élément d'approximation est introduit dans les calculs. Dans d'autres cas, beaucoup plus sérieux, l'ordinateur n'est absolument pas en mesure de donner la réponse cherchée puisque l'information n'est pas emmagasinable dans l'ordinateur. Le même type de difficulté se présente dans le cas de la soustraction. En ce qui concerne la multiplication, les restrictions sont beaucoup plus sérieuses parce que cette opération peut amener des résultats beaucoup plus considérables que ceux que peut emmagasiner un ordinateur. De nombreux exemples présentés à l'auditoire illustrent les difficultés rencontrées.

d) Cas de l'équation du second degré

1. Au niveau des principes, le problème est parfaitement résolu. Il existe plusieurs méthodes permettant d'obtenir les racines: factorisation, utilisation d'une formule générale, etc.... La formule générale, appliquée aux nombres réels, produit toujours la solution cherchée. Dans le cas des ordinateurs, cependant, cette méthode est loin de permettre l'obtention, pour tous les cas possibles, des solutions recherchées.
2. Algorithme. En simplifiant légèrement la notion, considérons un algorithme comme une méthode qui permet de résoudre un problème. Cette méthode doit par ailleurs satisfaire un certain nombre de conditions à savoir:
  - i) chacune des étapes individuelles de la méthode doit être strictement non-ambigüe;

ii) la méthode doit toujours permettre d'obtenir une solution;

iii) la méthode ne demande qu'un nombre fini d'étapes.

Suit un exposé d'un algorithme simple permettant de calculer les deux racines d'une équation du second degré. Suivent également des présentations d'exemples qui illustrent le type de difficultés que certains cas particuliers peuvent amener dans la résolution de l'équation du second degré. Ces divers exemples démontrent très clairement que même pour un problème élémentaire, dont la solution classique est connue depuis fort longtemps, la recherche d'une méthode de solution par l'ordinateur n'est pas toujours facile. Cet exemple illustre qu'un grand nombre de problèmes de type nouveau, dits du domaine de calcul scientifique, méritent l'attention des informaticiens qui s'intéressent à ce domaine précis. On pourrait tirer de d'autres domaines, traitant par exemple de la manipulation de l'information qualitative, des exemples qui montreraient que de nombreux champs d'action sont ouverts à ceux qui veulent se consacrer à la recherche en informatique. Il suffirait de citer des problèmes de manipulation de l'information qualitative, du dépistage de cette information, de documentation automatique, de traduction des langages naturels, etc....

e) Structure des programmes d'étude menant à une formation en informatique

Il faut d'abord reconnaître que l'informaticien utilise couramment un formalisme abstrait très poussé. En effet, il est impensable de traiter des problèmes complexes qui se posent en ce domaine sans utiliser la puissance du formalisme mathématique. De plus, étant donné que les algorithmes eux-mêmes ne peuvent se passer d'une description formelle, il s'ensuit que la formation d'un futur informaticien doit reposer sur une base mathématique très solide. Il est bien évident qu'au-delà de cette formation de base, les informaticiens qui oeuvrent dans le domaine du calcul scientifique devront pousser plus loin leurs études mathématiques, en particulier: en analyse, en topologie, en analyse fonctionnelle et en analyse numérique appliquée.

D'autre part, les informaticiens qui s'intéresseront aux systèmes logiques que sont les ordinateurs, devront se donner une formation beaucoup plus poussée du côté de l'algèbre et de la logique mathématique.

Les informaticiens qui s'intéresseront aux problèmes électroniques devront évidemment se donner une formation d'ingénieur spécialisé en génie électrique. En ce qui concerne les informaticiens qui s'intéressent à la programmation et aux langages artificiels, une connaissance suffisamment approfondie de la linguistique mathématique et des sujets connexes sera requise.

Il ressort de ces considérations que l'on peut, au départ, situer les études en informatique au-delà d'un premier diplôme universitaire. C'est précisément la structure adoptée par l'Université de Montréal en créant un département d'informatique qui reçoit des étudiants ayant déjà un premier diplôme dans l'une des diverses disciplines reliées à l'informatique. On y reçoit, par exemple, des mathématiciens, des physiciens, des économètres, des ingénieurs, des linguistes appliqués, etc.... Il va de soi que pour plusieurs candidats, un certain nombre de cours devront être ajoutés au programme d'étude avant que la candidature à la maîtrise soit envisagée formellement. Normalement, cette candidature à la maîtrise se poursuit pendant une année dans l'une des quatre

options suivantes: calcul scientifique, théorie des systèmes, linguistique appliquée, recherche opérationnelle. Ces quatre options ont en commun une série de cours en informatique qui permettent aux candidats d'acquérir une connaissance approfondie des ordinateurs tant au point de vue théorique qu'au point de vue de leur utilisation. De plus, se greffent à ces programmes d'étude, quelques-uns dans un cadre rigide, d'autres dans un contexte de cours optionnels, divers cours dans l'une ou l'autre des spécialités reliées à l'option choisie.

Compte tenu de la situation qui existe présentement sur le marché du travail, il ne fait point de doute que les perspectives d'avenir sont des plus intéressantes pour ceux qui s'orientent vers l'informatique.

Jacques St-Pierre,  
Directeur du Centre de calcul  
de l'Université de Montréal.

---

SOLUTION du problème proposé à la page 25.

|            |           |          |          |             |
|------------|-----------|----------|----------|-------------|
| Norvégien  | Ukrainien | Anglais  | Espagnol | Canadien    |
| Jaune      | Bleue     | Rouge    | Ivoire   | Verte       |
| <u>Eau</u> | Thé       | Lait     | Orange   | Café        |
| Corvair    | Cadillac  | Corvette | Ford     | Chevelle    |
| Renard     | Cheval    | Limaces  | Chien    | <u>Chat</u> |