

L'INFORMATIQUE

1 Sommaire

1	SOMMAIRE	2
2	UN PEU D'HISTOIRE.....	3
2.1	LES PREMIERES MACHINES A CALCULER.....	3
2.2	L'ORDINATEUR AUJOURD'HUI	3
2.3	LANGAGES DE PROGRAMMATION	4
2.4	PROGRAMME	5
2.5	COMMANDES ESSENTIELLES.....	5
3	LES APPLICATIONS DE L'INFORMATIQUE	6
3.1	INTRODUCTION.....	6
3.2	BUREAUTIQUE ET TELEMATIQUE	6
3.3	LA ROBOTIQUE	7
3.4	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE - SYSTEMES EXPERTS	7
3.5	RECHERCHE OPERATIONNELLE - RECHERCHE SCIENTIFIQUE	8
3.5.1	<i>Recherche opérationnelle.....</i>	<i>8</i>
3.5.2	<i>Recherche scientifique.....</i>	<i>8</i>
3.6	INFORMATIQUE ET ART.....	9
3.7	CONCLUSION	9
4	L'INFORMATION ET SA REPRESENTATION.....	10
4.1	DEFINITION DE L'INFORMATIQUE	10
4.2	DEFINITION DE L'INFORMATION	10
4.2.1	<i>Information et sens</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Méthode informatique</i>	<i>11</i>
4.3	REPRESENTATION DE L'INFORMATION	11
4.4	REPRESENTATION DES NOMBRES BINAIRES	11
4.5	REPRESENTATION DES CARACTERES ALPHANUMERIQUES.....	12
4.5.1	<i>Codage</i>	<i>12</i>
4.5.2	<i>Les diverses étapes de la codification</i>	<i>12</i>
4.6	LE CONTROLE DES CODES.....	12
4.6.1	<i>Utilisation d'une clé de contrôle</i>	<i>12</i>
4.6.2	<i>Utilisation d'un contrôle de parité ou d'imparité.....</i>	<i>13</i>

2 Un peu d'histoire

2.1 Les premières machines à calculer

Le boulier chinois, la machine arithmétique de Schikard et la machine arithmétique de Pascal sont-ils les ancêtres de nos ordinateurs ?

Schikard, astronome à l'université d'Heidelberg, réalisa en 1623 la première machine exécutant **automatiquement** les additions et les soustractions. Elle utilisait les mécanismes d'horlogerie avec roues dentées et ergots.

"L'additionneuse était constituée de roues dentées ayant chacune dix dents : soit à additionner deux nombres d'un seul chiffre décimal, la roue tourne dent par dent pour totaliser les unités; lorsqu'elle arrive entre les dents marquées 9 et 0, elle fait tourner d'un cran la roue des dizaines" (René Moreau: Ainsi naquit l'informatique)

Cela au moyen d'un ergot qui entraîne la roue des dizaines. C'était déjà une structure alternative conditionnelle; si la somme de deux nombres est supérieure ou égale à 10, alors faire tourner d'une unité la roue de dizaines et ainsi de suite...

En 1643, Pascal réalisa une machine arithmétique exécutant de façon automatique les quatre opérations et les conversions de monnaies de l'époque, ce qui ne manqua pas de provoquer la stupéfaction.

Mais on ne pouvait effectuer qu'**un seul traitement à la fois**. De plus, l'homme devait intervenir de façon directe pour entrer les données au fur et à mesure du déroulement des calculs. Ce n'était donc qu'une première étape.

Il a fallu attendre le début du XIX^e siècle pour qu'un progrès sensible soit enregistré. **Babbage**, mathématicien écossais, s'est inspiré des mécanismes logiques des jaquemarts qui ornent nos vieux beffrois et qui constituaient nos premiers automates (mécanismes logiques et complexes de sonneries). Des **séquences de tests logiques** commandaient des roues dentées et des cylindres à ergots.

D'autre part, le métier à tisser de Jacquard commandait le tissage de la pièce au moyen de cartes perforées: **l'intervention de l'homme n'était plus directe**. On pouvait aussi modifier les séquences d'exécution en fonction des résultats partiels déjà obtenus.

Babbage utilisa au mieux ces connaissances. Il chercha à réaliser:

- des séquences d'instructions variant d'un traitement à l'autre,
- un véritable programme d'opérations à réaliser mais communiquées avant la mise en route et pouvant être modifiées en fonction des résultats partiels obtenus.

Malheureusement, à cause de l'insuffisance de la technologie de l'époque, cette machine n'a jamais fonctionné, et pourtant elle préfigure ce qu'il est convenu d'appeler un ordinateur.

En effet, elle possédait :

- une unité d'entrée pour communiquer, au moyen de mécanismes d'horlogerie, des séquences d'opérations,
- une mémoire pour stocker les données, les résultats intermédiaires et le résultat final,
- une unité de commande pour diriger et contrôler l'exécution en machine sans intervention manuelle,
- une unité arithmétique et logique pour réaliser les traitements,
- une unité de sortie pour communiquer les résultats demandés.

Les progrès en électromécanique et en électronique ainsi que le travail de Boole, logicien irlandais, ont permis de réaliser ce que Babbage avait pressenti.

2.2 L'ordinateur aujourd'hui

Rêne Moreau, dans son livre (*Ainsi naquit l'informatique*), en donne les caractéristiques principales:

"Tout d'abord, un ordinateur doit être une machine numérique capable d'exécuter, à très grande vitesse, des séquences d'instructions... Elles lui sont communiquées de l'extérieur à l'aide d'un **programme**. Une fois cette communication faite, la machine doit les exécuter **sans aucune intervention humaine**."

Ordre de grandeur des vitesses: 1 million d'opérations à la seconde.

Les organes d'entrée et de sortie permettront de maintenir le contact avec l'extérieur. Ce sont :

- les lecteurs de cartes,
- les lecteurs de rubans perforés,
- les perforateurs de cartes,
- les perforateurs de rubans,
- les lecteurs magnétiques,
- les consoles,
- les imprimantes,
- les terminaux,
- etc.

La mémoire est un ensemble de cases caractérisées chacune par un numéro qui est une adresse et pouvant enregistrer et conserver un contenu qui est une valeur.

La mémoire stocke:

- les données introduites dans la machine par les organes d'entrée,
- les résultats obtenus par les organes de calcul et transmis ensuite par les organes de sortie,
- les instructions du programme.

En mémoire, chaque mot ou caractère est repéré par son adresse qui est fixe et non par les caractères qu'il renferme (de même qu'un immeuble est repéré par son adresse et non par les locataires qui changent).

Les informations sont stockées en mémoire en code binaire. On utilise les deux chiffres de la notation binaire 0 et 1 (on appelle BIT un tel chiffre).

Pour stocker un caractère (lettre, chiffre du système décimal, signe de ponctuation, etc..) on utilisait pour un ordinateur moyen 8 bits (on dit un octet) dans les années 70-80.

Les ordinateurs individuels travaillent sur des octets (on dit 8 bits, 16 bits, 32 bits) et leur capacité mémoire est exprimée en nombre d'octets, en k octets (Kilo-octets) ou en M octets (Mega-octets).

- 1 k octet vaut 2^{10} soit 1 024 octets,
- 1 M octet vaut 2^{20} soit 1 048 576 octets.

Actuellement, on utilise généralement des ordinateurs individuels ayant des mémoires de 4 M octets à 32 M octets.

Mais pour les besoins de la recherche, de l'aéronautique, de l'armée, des super calculateurs ont été créés.

On note aux États-Unis par exemple le CRAY-2 dont les performances sont étonnantes; doté d'une mémoire centrale de 20 Go (20 Giga-octets ; composants de 256 bits) traitant des millions de mots de 64 bits, il peut effectuer plus d'un milliard d'opérations à la seconde. Ce type de super calculateurs se développe, mais le prix de revient est très élevé.

En octobre 1981, le ministère japonais de l'industrie (MITI) lance un programme de développement au cours d'une conférence dans laquelle on parle d'ordinateurs de la cinquième génération" capables de dialoguer avec les utilisateurs en langage naturel et d'interpréter des dessins.

En avril 1982, le gouvernement japonais crée un institut composé de 40 chercheurs assistés par les services de 9 firmes, doté d'un budget de 1,5 milliard de dollars sur 10 ans, pour ce projet qui vise à la réalisation de systèmes de traitements.

A l'heure actuelle, le projet demeure un pari; les premières phases ont pris un retard considérable.

Nombreux sont les informaticiens qui pensent que l'ordinateur n'arrivera jamais à traiter complètement la langue naturelle (Joseph Weisenbaum, professeur au MIT, Jacques Arsac, professeur à Paris VI).

La mémoire centrale a une capacité limitée en raison de son prix. On lui associe une ou plusieurs mémoires auxiliaires, de plus grandes capacités mais plus lentes d'accès (accès à la mémoire centrale: 10^{-7} seconde, accès au disque : 10^{-2} seconde, cent mille fois plus lent).

Aujourd'hui, certaines publicités parlent d'ordinateurs à propos de tout: machines à laver, voitures... C'est un abus de langage, car il n'y a ni mémoire, ni programme enregistré, ni langage de programmation. En fait, il s'agit d'un microprocesseur, unité de traitement arithmétique et logique. Il reçoit des informations: température, niveau d'eau par exemple et à partir de cela commande certaines opérations: mise en route ou arrêt d'un moteur, chauffage...

Les microprocesseurs ont un prix de revient très faible et se sont généralisés.

2.3 Langages de programmation

L'ordinateur ne peut comprendre les langues naturelles, trop ambiguës, d'où la nécessité d'utiliser un langage codé. Il y a plusieurs types de langages; on schématisera en les ramenant à deux types:

- **les langages machine**, définis par la structure de la machine, utilisables directement par elle, mais d'écriture délicate et d'utilisation limitée à une machine,
- **les langages évolués**, encore marqués par les grandes lignes de la structure des ordinateurs, mais conçus pour une expression plus facile de certains traitements:
 - ◇ FORTRAN pour le calcul scientifique,
 - ◇ COBOL pour la gestion,
 - ◇ APL pour le calcul matriciel,
 - ◇ LSE, BASIC, PASCAL, PL1, ADA, LOGO, C, LISP, PROLOG.

Ces deux derniers sont utilisés en intelligence artificielle.

Tout langage de programmation est construit sur une syntaxe stricte. Le programmeur devra obéir à des règles rigides s'il veut être compris par la machine.

C'est une **contrainte**, mais une bonne connaissance d'un langage permettra au programmeur de tirer parti de toutes les possibilités qu'il lui offre.

Ce qui importe ce n'est pas le langage en lui-même, qui n'est qu'un outil, mais la réalisation qui sera faite avec lui et quelquefois malgré lui.

En effet, les différents langages de programmation, malgré leurs particularités, sont suffisamment proches les uns des autres pour que leur transcription n'apporte aucun élément fondamental pour l'enseignement de l'option.

2.4 Programme

Un programme est la suite d'instructions données avant la mise en route du traitement et exécutable par l'ordinateur.

Ce travail est élaboré par le programmeur; il est la suite logique de l'analyse complète du problème à résoudre et décrit la **méthode de résolution** qui s'en est dégagée, appelée aussi **algorithme**; le programme est en quelque sorte le plan de travail de l'ordinateur, il indique l'enchaînement des opérations à réaliser.

Les instructions sont rédigées par le programmeur dans un langage de programmation et stockées en mémoire. Elles commandent des opérations variées:

- lecture des données communiquées par l'utilisateur,
- édition des résultats,
- exécution du traitement, etc.

L'ensemble de ces instructions se déroulera sans intervention de l'extérieur et dans l'ordre précisé par le programmeur. Il importe donc de ne rien laisser au hasard.

En LSE et avec les anciens BASIC les instructions sont numérotées et exécutées dans l'ordre croissant des numéros; PASCAL, LOGO et les nouveaux BASIC utilisent des blocs et sont plus structurés.

2.5 Commandes essentielles

La réalisation d'un travail sur ordinateur passe par plusieurs phases:

- entrée des instructions du programme,
- correction des fautes,
- exécution du programme,
- amélioration de la présentation.

Le but des commandes est d'indiquer à l'ordinateur quel type de travail on veut lui faire effectuer.

Les principales commandes sont les suivantes:

- démarrage et lancement du langage,
- arrêt du travail,
- rangement d'un programme sur disquette,
- liste des instructions du programme,

- exécution du programme appelé.

Chaque langage a son vocabulaire pour effectuer ces commandes : consultez la brochure correspondante.

3 Les applications de l'informatique

3.1 Introduction

Les progrès réalisés dans la construction des ordinateurs ont permis une plus large utilisation de l'informatique. Des domaines se sont développés, d'autres ont été créés grâce à l'association de l'informatique et des techniques nouvelles.

3.2 Bureautique et télématique

La machine à écrire, le téléphone ne suffisent plus pour transmettre les messages écrits ou parlés.

Les tâches de bureau sont de plus en plus exécutées avec des moyens qui aident l'homme, jusqu'à le remplacer partiellement. "L'ensemble des techniques et des moyens tendant à automatiser les activités de bureau" est appelé "bureautique" (J.O. 17.1.1982). Dans les outils de la bureautique liés à l'informatique, on trouve par exemple:

- ◇ l'ordinateur individuel,
 - ◇ la machine de traitement de texte,
 - ◇ la télécopie,
 - ◇ la téléconférence,
 - ◇ la boîte à courrier électronique,
 - ◇ l'édition électronique,
 - ◇ l'archivage électronique, etc.
- **La machine de traitement de texte** permet d'automatiser les travaux de dactylographie (saisie, correction, mémorisation, édition, transmission); on peut introduire un programme qui corrige des fautes d'orthographe (mais pas toutes les fautes!).
 - **La téléconférence** permet à des personnes éloignées de participer à des réunions de travail sans se déplacer. Il existe plusieurs systèmes de téléconférence: la télé réunion reliant plusieurs personnes par téléphone est en expansion; les autres systèmes, exigeant des salles équipées, ont un développement encore limité à cause de leur prix de revient. Ils rendent réels des rêves: l'audioconférence permet aux interlocuteurs de plusieurs groupes de s'entendre; la visioconférence permet aux participants de se voir sur un poste, le visiophone, et de s'entendre.
 - **La boîte à courrier électronique** est bien connue de tous ceux qui ont un Minitel: elle permet de lancer des messages destinés aux détenteurs de codes connus des émetteurs (ou d'habiles curieux).

- **L'édition électronique** née de l'association de la micro-informatique et de l'impression à laser offre une édition de qualité sur le plan graphique et dans la présentation typographique.
- La PAO (publication assistée par ordinateur) ouvre de nouvelles perspectives en facilitant la modification de cette présentation.
- **L'archivage électronique** correspond au besoin actuel de stocker une énorme masse d'informations: des progrès assurent une grande sécurité. Le DON (disque optique numérique) rivalise avec le CD-ROM (compact disc read only memory) qui peut stocker jusqu'à 250 000 pages de texte.

Il ne s'agit que d'**exemples**. Il est beaucoup question de la lecture automatique par ordinateur qui devrait se développer.

On ne peut parler de bureautique sans mentionner les **réseaux**.

Mais on entre dans le domaine de la télématique. La bureautique utilise la télématique ("ensemble des services de nature ou d'origine informatique pouvant être fournis à travers un réseau de télécommunication" J.O. du 17.1.82).

Le mot télématique pour l'ensemble des techniques de l'informatique et des télécommunications a été introduit par Simon Nora et Alain Minc en 1977. Son apparition en 70-80 est liée à l'utilisation de réseaux, de nouveaux matériels, de meilleurs logiciels.

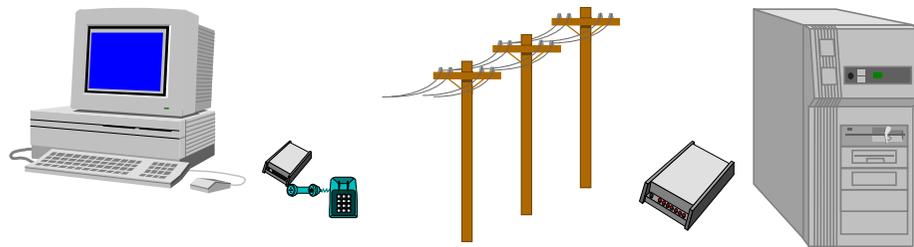
Un réseau sert à véhiculer des informations.

Sans voir en détail le principe des réseaux, donnons quelques **exemples**, et **succinctement le fonctionnement des grands réseaux**.

Exemples:

- Des réseaux locaux permettent un système d'échange à l'intérieur d'un groupement d'immeubles.
- Parmi les réseaux publics connus citons:
 - ⇒ Transpac (réseau national de transmission, mis en place par les PTT)
 - ⇒ Caducée (convient pour liaisons de téléconférences)
- et parmi les réseaux privés ceux des organismes suivants:
 - ⇒ SNCF
 - ⇒ RATP
 - ⇒ Banques
 - ⇒ ANPE

Schéma de fonctionnement:



**Ordinateur
Terminal**

Modem

Ligne de transmission

Modem

**Ordinateur
Serveur**

- **1° Le serveur** stocke les informations en mémoire, par l'intermédiaire de logiciels il gère les appels et permet l'accès aux informations qu'il contient.
- **2° La ligne** transmet des informations binaires (les supports sont: fils de cuivre, fil coaxial, fibre optique, supports hertziens par ondes et satellites).
- **3° Le terminal** formé au moins d'un clavier et d'un écran (ex: Minitel) interroge le serveur et reçoit les réponses.
- **Le modem** permet d'adapter l'information binaire.

Les réseaux répondent aux besoins croissants de transmission à distance. La télématique contribue à la transformation de l'organisation des bureaux. Par ailleurs **l'accès aux banques et bases de données** (ensemble de données ou de références d'un domaine précis de connaissances) diminue le temps de recherche.

A côté des exemples d'outils de communication signalons l'existence d'outils de décision sous la forme de logiciels de plus en plus élaborés. Les tableurs (ex: Multiplan, Javelin), les logiciels de traitement de textes, les gestionnaires de fichiers, de graphiques (ex: dBaseIV), les logiciels intégrés (ex: works) sont des outils appréciés par les banques (gestion de la comptabilité, tenue de comptes d'un livre de banque), les administrations et les entreprises.

La bureautique et la télématique sont des domaines très complexes en constante transformation; **nous n'en avons donné bien sûr qu'un aperçu.**

3.3 La robotique

Encore un mot en ...ique.

Les robots, vous connaissez, fascinent et font peur. L'homme désire cet outil complexe, esclave accomplissant, pour lui, les tâches pénibles; il le veut capable d'adaptation et même de réactions dans un environnement variable; mais aussi, il est inquiet.

Certains parlent de robots "intelligents" mais il s'agit simplement de robots capables d'une forme d'autonomie, et non de l'intelligence qu'on exigerait d'un homme. Les nouvelles recherches font rêver mais le robot ne remplace pas "la machine humaine" dotée d'une intuition utile. Pinocchio reste dans la fiction.

Dans le domaine de l'industrie, **la robotique** intervient dans l'automatisation du poste de travail (création de robots) mais aussi dans la modification du fonctionnement de l'atelier (atelier flexible où on peut éventuellement modifier un programme opératoire).

Signalons comme **moyens alliés à la robotique**: CAO, DAO, CFAO.

La CAO (conception assistée par ordinateur) change les conditions de travail. La CAO est une aide à la réalisation d'un produit depuis l'ébauche du projet jusqu'à la réalisation par des machines automatisées.

On construit une représentation de l'objet à réaliser.

On prépare un modèle qui, testé, passe à la fabrication, après vérification du cahier des charges.

A partir de bases de données, le bureau des méthodes élabore les programmes qui piloteront les machines. On parle alors de **CFAO** (conception et fabrication assistées par ordinateur). Un système permet de simuler le mouvement de l'outil.

Dans ce travail, la planche à dessin de la méthode traditionnelle, longue, minutieuse est remplacée par le dessin assisté par ordinateur: on parle de **DAO**. *Exemple*: il existe des logiciels qui aident à la création et à la réalisation de tissus.

On nomme **productique** l'ensemble des techniques et de la réorganisation du travail pour moderniser l'automatisation dans l'industrie. Les usines modernes offrent parfois une vision digne des films fantastiques: à la place de l'ouvrier, on voit une MOCN (machine-outil à commande numérique). Le fraiseur, remplacé par une MOCN, disparaît. En équipant une fraiseuse d'un calculateur muni d'un programme capable de commander les automatismes nécessaires on obtient une MOCN qui reproduit les mouvements du fraiseur.

Des MOCN plus élaborées peuvent choisir les outils et même passer d'un outil à l'autre.

Les avions, les voitures sont fabriqués à l'aide de la CFAO.

Précisons que la CAO, qui, comme nous l'avons vu, trouve un prolongement dans l'automatisation, est utilisée dans d'autres domaines. Le robot industriel soude, peint, effectue déjà de nombreuses tâches, mais l'homme veut plus, et il espère que la recherche en "intelligence artificielle" lui permettra de réaliser un autre lui-même. Mais là s'ouvre un grand débat.

3.4 Intelligence artificielle - Systèmes experts

Il n'existe pas de définition universellement connue de l'intelligence artificielle (notée IA).

Résultat exercice 2 Word

On désigne par ce mot la recherche de programmes exécutables sur ordinateurs, pour accomplir des tâches dignes de l'intelligence humaine comme par exemple jouer aux échecs, comprendre ou traduire un texte, donner un diagnostic médical, etc.

Le mot IA, qui date de 1956, est à l'origine de nombreux débats. Est-il bien choisi?

Le premier congrès international d'IA, en 1969, a permis de regrouper les communications sur les recherches; celles-ci, hélas! ne débouchaient pas sur des applications intéressantes. Les progrès de l'ordinateur, en particulier l'utilisation par celui-ci de grandes quantités de connaissances, entraînent ceux de l'IA.

D'autre part, la création d'un nouveau type de programme appelé **système expert** a relancé l'intérêt pour l'IA. Le système expert a pour fonction de se comporter comme un expert humain devant un problème dans le domaine où il est compétent.

Dans un système expert on distingue la base de connaissances (fournies en grand nombre par des spécialistes dans un domaine précis) et le programme qui utilise cette base (moteur d'inférence). Les connaissances données en vrac sous forme descriptive du sujet traité, peuvent être augmentées à l'aide d'un module d'acquisition des connaissances.

L'intérêt pour les systèmes experts s'est accru quand l'un d'eux a permis la découverte d'un gisement de minerai.

En France, comme ailleurs, on trouve peu de réalisations. Citons:

- Vulcain (pour un risque d'incendie),
- Lyon-conseil (pour les placements financiers),
- TIG (pour le diagnostic des pannes de machines à souder),
- Sphinx (pour le diagnostic médical des maladies du foie).

Les entreprises munies de systèmes experts voudraient ne plus dépendre des experts! En fait, il faut encore des experts pour créer des systèmes experts. Le niveau de compétence atteint par un système expert est très variable suivant les sujets, rarement au niveau des meilleurs experts humains. La recherche en IA a donné naissance, en France, à une machine Lisp-prolog, baptisée Maia (machine pour les applications de l'IA.).

- Les objectifs ambitieux de certains ne sont pas atteints.
- Les réalisations dans la lecture de textes sont coûteuses et loin de l'objectif désiré, de même que la reconnaissance de l'écriture manuelle.
- Dans le domaine des jeux de stratégies, des programmes permettent d'affronter un adversaire humain mais rarement de battre un champion.
- Dans le domaine de la traduction automatique, des programmes s'appliquent à des phrases très simples, mais on n'obtient pas une compréhension de la langue naturelle.

- Dans le domaine médical, Mycin, premier système expert capable de diagnostiquer une infection bactérienne du sang, a une compétence dépassant celle de certains médecins et est sûre à soixante-dix pour cent. La simulation de la démarche médicale reçoit actuellement moins de réticences de la part des médecins. l'aide au diagnostique les intéresse.
- La recherche en IA permettra de créer des robots de plus en plus sophistiqués, imitant l'homme dans certaines activités. Dans toutes les activités? Il est permis d'en douter.
- Mentionnons que l'armée s'intéresse aux applications militaires de l'IA: à la création, par exemple, d'un système expert capable de reconnaître une cible.

3.5 Recherche opérationnelle - Recherche scientifique

Devant une situation, quand on cherche à optimiser les décisions en fonction de l'objectif poursuivi, on fait de la

3.5.1 Recherche opérationnelle.

Cette manière de faire ne date pas d'aujourd'hui: Déjà Didon, qui s'était vu offrir "autant de terre qu'en pourrait délimiter une peau de boeuf" chercha la solution la meilleure pour envelopper la plus grande surface. Par exemple, on ne gère pas de la même manière une petite entreprise familiale et une grosse industrie: à partir d'un certain seuil les problèmes deviennent vite insolubles. La recherche opérationnelle, avec ses méthodes propres, pourra aider aux décisions surtout avec l'outil puissant qu'est l'ordinateur.

A titre d'exemple, essayez de réfléchir à la situation d'un voyageur de commerce qui a dix villes à visiter et qui cherche l'itinéraire le meilleur pour utiliser le moins d'essence possible. Ce n'est pas facile. Ce type de problèmes demande beaucoup de temps d'ordinateur et se rencontre fréquemment dans la pratique.

3.5.2 Recherche scientifique

Application de l'informatique au calcul scientifique.

Nous avons signalé l'aide que l'informatique peut apporter dans les traitements numériques. Ajoutons, ici, ses applications au calcul scientifique: la plupart des facultés et des laboratoires de recherches sont équipés de centres de calculs; ceux-ci ont déjà donné une dimension nouvelle à la recherche fondamentale et à son mode de travail.

L'ordinateur effectue avec rapidité des calculs qui auraient demandé à un homme des années de travail.

Déjà John Napier (ou Neper), baron de Merchiston, mathématicien écossais, né près d'Edimbourg en 1550 (mort en 1617), en introduisant les logarithmes, avait facilité des calculs jusqu'alors laborieux. Son oeuvre, fruit d'une vingtaine d'années de travail, a donné les tables de lo-

Résultat exercice 2 Word

garithmes décimaux; elle permis à Kepler, qui cherchait la loi des révolutions, de voir aboutir ses calculs en 1618.

Plus tard, Le Verrier, astronome français, né en 1811, après de longs calculs, pénibles mais possibles grâce aux tables, trouva à un degré près la position de Neptune; la découverte de cette planète, dont l'existence était présumée à cause des perturbations du mouvement d'Uranus, a confirmé la valeur de la mécanique céleste, basée sur les lois de Newton. Quand, sûr de lui, Le Verrier donna, en 1846, les éléments des coordonnées de la planète perturbatrice à un astronome de Berlin, celui-ci l'observa.

A notre époque, l'ordinateur est la clé de la conquête de l'espace. les recherches spatiales ont exigé l'amélioration de la technologie des ordinateurs. L'assimilation des données, le contrôle des engins en vol et la récupération des renseignements transmis au cours d'une mission dépassent la compétence humaine.

La NASA a créé un centre d'information afin que les programmes servent dans d'autres domaines.

Les sciences expérimentales utilisent de plus en plus la simulation et la construction de "modèles", ce qui élargit le champ de la recherche et facilite l'interprétation des phénomènes.

Les autres sciences (médecine, sciences humaines, histoire, linguistique, etc.) font de plus en plus d'études quantitatives et s'adressent, pour cela, à l'informatique.

Dans le domaine du calcul, les super calculateurs dont nous avons parlé au chapitre I repoussent les limites du possible. Pour simuler la collision de deux particules, des outils très puissants sont nécessaires. Les clichés pour étudier les chocs de particules au CERN (où les physiciens ont découvert le boson W) sont dépouillés par ordinateur.

L'association de l'informatique et de la biologie permet une mémorisation et des traitements qui ouvrent de nouvelles voies. (Une discipline nouvelle, la "biotique", s'annonce.)

3.6 Informatique et art

L'informatique apparaît dans le monde des arts. Citons quelques exemples:

- Par le processeur musical, avec quelques notes d'un instrument réel numérisées, on obtient la tessiture de l'instrument (IRCAM)
- Les premiers dessins par ordinateur datent de trente ans. le réalisme des images générées par ordinateur, actuellement, surprend.
- Les passionnés du court métrage d'animation ont créé des films entièrement réalisés par ordinateur. Les personnages ressemblant à des poupées mécaniques, sont longtemps restés froids, peu sympathiques. En juillet 1985, le film "Tony de Peltrie" montre enfin un personnage émouvant, bien que caricatural. Ce film prometteur, réalisé au Canada par une équipe, a tout de même coûté 25 000 FF par seconde.

3.7 Conclusion

Toutes les transformations apportées par l'informatique ont modifié l'organisation du monde du travail et même de la société. Des métiers disparaissent, d'autres se créent, puis sont eux même remplacés.

Des guides sur les métiers de l'informatique sont proposés aux étudiants. Une loi régit les rapports de l'informatique et de la société, en France. L'étude de ces rapports peut faire l'objet de tout un ouvrage.

4 L'information et sa représentation

4.1 Définition de l'informatique

"Science du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines technique, économique et social"

(Définition approuvée par l'Académie française)

Sans rentrer dans les discussions que peut engendrer cette définition, notons cependant quelques points qui peuvent guider notre travail. C'est une science. L'informatique a donc un objet et une méthode. son objet, c'est le traitement de l'information.

Sa méthode doit être rationnelle. On imagine mal une science fonctionnant par devinette ou pêche à la ligne! En tant que science, la rigueur doit être sa règle, elle doit prouver ce qu'elle annonce et connaître ses limites. C'est donc d'après la définition donnée la science de l'information, définition partagée de nos jours par bon nombre d'informaticiens. Mais qu'est-ce que l'information?

4.2 Définition de l'information

4.2.1 Information et sens

Les définitions sont nombreuses. Le verbe informer vient du latin et veut dire "mettre en forme", ou "façonner" mais aussi instruire. Il semble que c'est ce dernier sens qui prévaut dans l'ancien français.

Dans l'usage courant aujourd'hui, le mot information a pris un sens un peu vague et recouvre plusieurs aspects suivant qu'il désigne un événement rapporté que journaliste ou historien chargeront de sens ou qu'il prend un sens plus technique s'il s'agit d'un traitement scientifique qui s'adresse à la forme du message (les formes codées existaient pour transporter les messages, télégrammes mais aussi messages cryptés, alphabet morse etc.). De nos jours, l'information est liée à un apport de connaissance, ceci est d'ailleurs conforme à la définition donnée ci-dessus.

Mais cette définition intuitive suggère, elle aussi, quelques réflexions. D'abord, l'information ainsi définie apporte bien sûr des connaissances à l'homme qui la reçoit. On soupçonne déjà les différences liées à l'homme particulier qui reçoit l'information. En lisant les journaux, dits "bien informés", je réagis différemment devant les articles publiés. Certains ne m'apportent rien parce que j'ai l'impression de mieux connaître le sujet que le commentateur qui l'expose. D'autres me laissent perplexe parce que les arguments invoqués ne rejoignent pas ma façon de voir les choses. Il me semble qu'il y a une autre analyse possible des événements. Je ne suis pas convain-

cu. Enfin, il y a des articles auxquels je ne comprends rien au sens strict du terme. Un livre chinois bourré d'informations ne m'apportera aucune connaissance parce que je ne lis pas le chinois.

A partir de ces quelques remarques, on peut mesurer combien l'apport de connaissances est subjectif. L'homme qui lit essaie de comprendre et de mettre un sens au texte qu'il parcourt, mais il n'est pas évident que plusieurs lecteurs mettent le même sens au texte envisagé. Or l'informatique traite la forme des textes, le sens semble lui échapper. Alors comment restituer le sens présent dans les informations?

Voyons sur deux exemples la différence entre forme et sens. Un enfant qui apprend à lire sait quelquefois reconnaître les caractères qui forment les mots et les phrases; il lit au sens strict du terme mais, dans un premier temps, il ne comprend pas nécessairement ce qu'il vient de lire. Le sens de la phrase lui reste caché. Il reste au niveau de la forme de la phrase, elle n'a pas d'évocation pour lui.

Prenons maintenant un autre exemple: intéressons-nous à cet élève de première qui a construit de façon rationnelle le programme qui inverse un chaîne de caractères; nous supposons qu'il s'agit d'un élève ayant travaillé correctement, qui a analysé une situation générale, fait l'hypothèse qu'on avait résolu une partie du problème, qu'il savait démontrer le cas suivant et qu'il savait résoudre un cas particulier... somme toute, un bon élève qui a une méthode cohérente.

Son programme est juste, il l'exécute en choisissant une chaîne de caractères. Son choix est déjà significatif, il propose rarement une chaîne formelle du genre " !&(\$ " mais plutôt LEON car sous ce mot il met autre chose: un prénom qui évoque son père ou un visage ami ou le village de ses vacances chargé de souvenirs. L'ordinateur lui restitue la chaîne inversée c'est à dire NOEL, un mot qui a une puissance d'évocation encore plus forte et de plus partagée par presque tout le monde même si personne n'y attache la même signification.

Pour les chrétiens, c'est l'événement qui a le plus bouleversé leur vie; pour d'autres, c'est l'ordinateur qu'ils ont reçu ce jour-là; pour les fêtards, c'est l'occasion d'un bon repas. Tout un chacun y met un sens, c'est ce sens qui échappe à l'informatique.

L'ordinateur reçoit des données, ici les quatre lettres L E O N dans un certain ordre et donne après le traitement quatre caractères dans un autre ordre: N O E L. J'aurais su faire de même pour quatre caractères chinois auxquels je ne comprends rien et qui auraient été dessinés sur quatre cartes. Je les aurais inversé sans qu'ils aient le moindre pouvoir d'évocation pour moi. J'aurais travaillé formellement comme un ordinateur en essayant de bien repérer les situations, de ne pas mélanger les cartes. C'est ainsi que travail un ordinateur: il traite l'information sans connaître la signification de ce qu'il manipule.

L'informatique traite la forme sans s'intéresser au sens. Ceci est fondamental, gardons le à l'esprit.

0011 0100 1000

si on utilise un code à 4 positions.

4.5 Représentation des caractères alphanumériques

4.5.1 Codage

Il faut pouvoir représenter non seulement les nombres mais également les informations alphanumériques; il est donc nécessaire de prévoir un code d'une certaine capacité

La capacité d'un code est donnée par la formule: $C = N^n$

où N est le nombre de symboles utilisables

n est le nombre de positions

donc en base 2 : $N = 2$

- Si on prend $n = 4$ (un quartet), $C = 2^4 = 16$ combinaisons possibles, ce qui permet de représenter les chiffres du système décimal et quelques lettres de l'alphabet. Système peu puissant.
- Si on prend $n = 6$ (un sextet), $C = 2^6 = 64$ combinaisons possibles, ce qui permet de représenter les chiffres du système décimal, toutes les lettres de l'alphabet et des symboles tels que ",", ".", ";" etc. C'est le code ISO à 6 positions (international Organization for Standardisation).
- Si on prend $n = 8$ (un octet), $C = 2^8 = 256$ combinaisons possibles.

4.5.2 Les diverses étapes de la codification

La codification est une opération essentielle. On ne peut traiter des connaissances. Il faut "visser" les connaissances dans les représentations qui les impliquent. C'est la codification.

Prenons un exemple que nous allons traiter en utilisant la carte perforée comme support d'informations (elle est de moins en moins employée dans la pratique, mais elle permet de "visualiser" la codification).

Soit à enregistrer la commande du client DUBOIS.

On peut décider:

- soit d'utiliser un code numérique: DUBOIS est le client n°732 (il y a 1200 clients dans l'entreprise donc code sur 4 positions);
- soit d'utiliser un code alphabétique : on convient de ne représenter que les quatre premières lettres du nom, soit DUBO (mais on aurait pu bien sûr "entrer" le nom en entier); il y aura plusieurs étapes dans la codification:

codification externe	ex-	1 étape :	langage naturel :	DUBOIS
		2 ^{ème} étape :	langage abrégé :	DUBO
		3 ^{ème} étape :	langage intermédiaire:	2 perforations par colonne pour représenter une lettre
codification interne		4 ^{ème} étape :	langage machine :	transcodage automatique de l'ordinateur
		Si on utilise le code ISO à 6 positions		
				D -> 100 100
				U -> 110 101
				B -> 100 010
				O -> 101 111

De la même façon, sur bandes magnétiques ou sur disques, pour chaque caractère "entré", il est enregistré une série de 0 et de 1, suivant le nombre de positions adopté.

4.6 Le contrôle des codes

L'ordinateur n'a accès qu'au code. Le code ne représente pas la connaissance, il est donc nécessaire de travailler sur des données "justes". En effet, l'ordinateur va très vite et, de plus, une même information peut être traitée plusieurs fois donc les risques d'erreurs se multiplient et ... coûtent cher.

La machine doit donc pouvoir contrôler les informations qui lui sont fournies. Il existe plusieurs façons de faire, notamment:

- par l'utilisation d'une clé de contrôle,
- par l'utilisation d'un contrôle de parité ou d'imparité.

4.6.1 Utilisation d'une clé de contrôle

Les méthodes sont nombreuses, citons à titre d'exemple:

- La méthode modulo 97 qui consiste à prendre comme clé le reste de la division de l'indicatif par 97, le plus grand des nombres premiers à division de l'indicatif par 97, le plus grand des nombres premiers à deux chiffres

Exemple: pour l'indicatif 74 358 la clé sera 56

Résultat exercice 2 Word

- La méthode modulo 10

Exemple : 7 4 3 5 8
 x 5 4 3 2 1

 35 + 16 + 9 + 10 + 8 = 78 que l'on soustrait de la dizaine immédiatement supérieure, soit 80. La clé sera donc 2.

Il en existe bien d'autres qui consistent à ajouter au code soit un nombre, soit une lettre trouvée par une méthode d'analyse de l'indicatif lui-même. A vous d'en inventer!!

Applications pratiques:

- les lettre de contrôle à l'usage des banques.
- les lettres de contrôle d'un numéro de compte postal: en effet, pour obtenir la clé de contrôle, on multiplie le numéro du centre de chèques par 106, on ajoute le numéro du compte; le total divisé par 23 donne un reste; on prend comme clé l'équivalent alphabétique du reste sans tenir compte du I, du O, du Q, le A correspondant à zéro.

4.6.2 Utilisation d'un contrôle de parité ou d'imparité

Cela consiste à ajouter à chaque code binaire un bit 0 ou 1 de telle sorte que pour l'ensemble des symboles binaires, on ait un nombre pair ou impair de 1.

Exemple : Si on choisit un contrôle de parité :

- pour le code 101 101 on ajoutera 0 car il y a quatre 1;
- pour le code 110 001 on ajoutera 1 car il y a trois 1 et on rend ainsi pair le nombre de 1; il deviendra donc 1 100 011.

Si un bit est mal lu ou mal transmis, le nombre de 1 change, l'ordinateur détecte l'erreur (c'est fréquent lors d'une lecture sur disque).

5 Index

B

Babbage.....3

L

Le Verrier.....9

M

mémoire.....3, 4, 5, 7

N

Napier.....9

O

octet4, 12

ordinateur.....2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

P

Pascal.....3

programmation.....2, 4, 5, 11

programme.....3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11

S

Schikard3

sens2, 10, 11