

Zoom sur les sciences numériques

Algorithme, bogue, cryptographie, données, équation... Découvrez, sous la forme d'un abécédaire, un panorama du vocabulaire de l'informatique !

> PAR CHRISTINE LEININGER, CONCEPTRICE-RÉALISATRICE DANS L'ÉQUIPE MULTIMÉDIA DE L'INRIA, RÉDACTRICE EN CHEF DU SITE INTERSTICES

Le poster présenté ici récapitule une série de vingt-six affiches – déclinées aussi sous forme de cartes postales – qui ont été réalisées à l'initiative de Christine Genest dans le cadre d'un partenariat entre l'Inria et le Centre de vulgarisation de la connaissance (université Paris-Sud-XI), soutenu par le CNRS. Vous pourrez retrouver sur le site *Interstices* (voir **SAVOIR +**) l'ensemble des termes, des illustrations et des textes qui y sont associés.

Chaque lettre illustrée de ce poster renvoie à un mot choisi par les chercheurs pour évoquer leurs domaines de recherche : de l'**algorithme**, assurément la notion la plus fondamentale de la science informatique, jusqu'au **zéro**, qui nous rappelle que le codage binaire est indissociable du fonctionnement physique de nos ordinateurs. Plus qu'un inventaire

à la Prévert, cet ensemble de mots constitue un témoignage de l'étendue du champ disciplinaire de l'informatique et des sciences du **numérique**.

Qu'est-ce qu'un algorithme ? C'est tout simplement une méthode qui décrit une suite de tâches élémentaires et la façon de les enchaîner pour résoudre un problème. Il existe des algorithmes mathématiques, comme celui d'Euclide, mais aussi des méthodes pratiques et universelles pour rechercher un mot dans un dictionnaire, pour trouver la sortie d'un labyrinthe, etc. Pourquoi cette notion est-elle si importante ? Parce que, lorsqu'une bonne méthode – un algorithme approprié – est utilisée, on parvient à résoudre un problème bien plus rapidement. Ainsi, lorsqu'on se base uniquement sur la définition des nombres premiers pour en établir une liste, cela se révèle largement moins efficace que lorsqu'on utilise le crible d'Ératosthène, qui peut à son tour être amélioré. Le **temps** est mis en évidence comme un facteur primordial.

Celui-ci intervient également de façon critique dans les applications qui doivent évoluer en temps réel, que ce soit dans les domaines médical ou industriel ou dans ceux du **multimédia** ou des **jeux** vidéo. Des applications fort appréciées des **utilisateurs**, même si, bien souvent, ils ne comprennent ni l'ampleur de leurs enjeux – résumés d'une façon un peu lapidaire et provocatrice par la formule : « Le monde devient numérique » – ni la

complexité de leur fonctionnement.

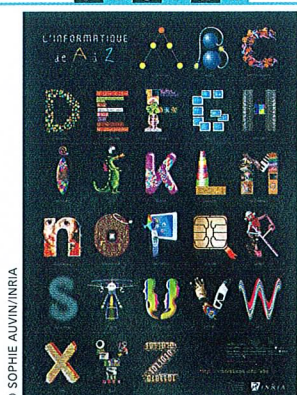
Des programmes à exécuter. Toutes les applications sont, en fait, des logiciels, des programmes qui mettent en œuvre les algorithmes définis précédemment. Ces programmes sont écrits dans des **langages** informatiques, afin de pouvoir être exécutés par les **ordinateurs**. Il existe une grande diversité de langages, qui répondent au besoin de programmer différents types de tâches.

Quoi qu'il en soit, le programme est ensuite traduit automatiquement par un autre programme appelé « compilateur » dans le langage machine, directement exécutable par les circuits électroniques de l'ordinateur. Comme les **données** sur lesquelles il travaille, le programme en langage machine est une suite de 0 et de 1, qui ne sont plus lisibles par les humains mais sont interprétés par les systèmes informatiques. Les différents composants électroniques entrent alors en action : processeurs, mémoires, sans oublier l'**horloge**, qui agit comme un chef d'orchestre.

Les programmes doivent être soigneusement vérifiés, voire prouvés formellement, pour éviter les **bogues** – ou **bugs**, en anglais –, les erreurs qui provoquent parfois des catastrophes. Songez, par exemple, au vol inaugural d'Ariane 5, lorsque la fusée a explosé et détruit pour 500 millions de dollars de satellites. Le bogue était dû à une partie de programme créée pour Ariane 4 et réutilisée telle quelle, ce qui a donné ●●●

TOUTES LES
APPLICATIONS
SONT DES
LOGICIELS

POSTER



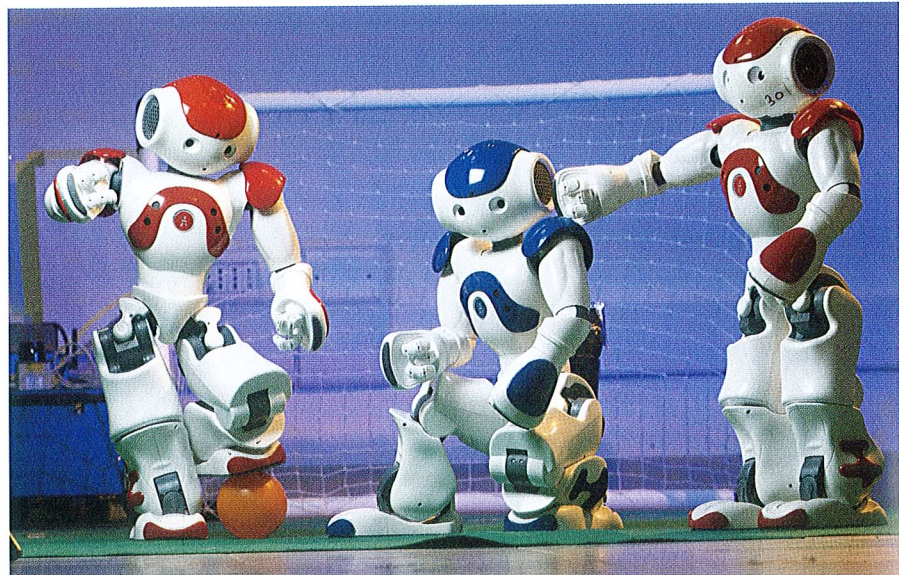
un résultat aberrant conduisant à un ordre de braquage maximal.

La **qualité** des logiciels ainsi que celle des interfaces par lesquelles les utilisateurs interagissent avec les programmes sont indispensables pour garantir le bon fonctionnement des systèmes informatiques.

Ces systèmes sont présents dans les ordinateurs, mais pas seulement. Ils pilotent toutes sortes de dispositifs, comme les **robots**. Mais ne vous fiez pas à l'image du robot dont l'aspect se rapproche de celui de l'être humain ; de tels robots restent rares. Dans l'industrie, les bras robotiques sont bien plus nombreux. Ils servent notamment à assembler avec précision des pièces mécaniques ou à effectuer des interventions dans un environnement hostile. Les robots sont souvent dotés d'un système de vision qui s'apparente d'assez loin à nos **yeux**. Une ou plusieurs caméras enregistrent des images de l'environnement, qui sont analysées par un système de reconnaissance de **formes**. Les objets à saisir sont ainsi repérés, les obstacles détectés et évités.

Les «autoroutes» de l'information. En informatique, la sécurité, c'est aussi la protection des données grâce à la **cryptographie**. Cela s'avère particulièrement crucial lorsque des informations confidentielles doivent transiter sur un réseau. Schématiquement, le message est crypté par une méthode de chiffrement, à l'aide d'une clé. En général, c'est une autre clé, liée à la première par une formule mathématique, qui sert à récupérer les informations sous une forme lisible. La formule mathématique employée est telle qu'il est très facile à une personne de générer sa clé publique, qu'elle diffuse pour permettre de crypter les messages qui lui sont destinés. En revanche, il est très difficile à un tiers d'en déduire la clé privée du destinataire, celle qui lui sert à décrypter les messages.

Lorsque des fichiers sont envoyés par internet, le temps est là encore déterminant. À l'ère du multimédia, qu'il s'agisse d'images, de sons, de vidéos, la taille des fichiers a énormément augmenté, passant, en peu d'années, de quelques **kilobits** à plusieurs gigabits. Heureusement, les protocoles de transmission permettent d'acheminer les fichiers non pas entiers, mais par petits blocs ou «paquets», qui circulent indépendamment les uns des autres et sont remis dans le bon ordre une fois parvenus à destination. Ainsi, lorsque vous cliquez sur un lien, la page Web que vous avez demandée s'affiche rapidement sur votre écran. **Web** et **internet** sont liés, mais attention à ne pas les confondre. Le Web est l'une des applications construites sur



© MASSIMO BREGA / LOOKSCIENCE

internet, sans doute celle qui a connu le plus grand succès. À tel point que, aujourd'hui, c'est un véritable casse-tête pour naviguer dans la jungle des pages Web ! Grâce à la structuration permise par le langage **XML** (*extensible markup language*, « langage à balises étendu »), il devient plus facile de s'y retrouver.

Un incomparable outil de modélisation... Par-delà son influence sur notre vie quotidienne, l'informatique joue un rôle sans cesse croissant dans les autres disciplines scientifiques, en offrant des outils pour la modélisation des phénomènes naturels ou artificiels.

Dans notre abécédaire, la lettre M étant déjà prise par le multimédia, la modélisation est évoquée d'une part par les **équations**, d'autre part par la **simulation**. En effet, un modèle n'est rien d'autre qu'un système d'équations qui rend compte, sous une forme mathématique, du phénomène que l'on souhaite étudier. Par exemple, une masse accrochée à un ressort oscille autour de sa position d'équilibre. La modélisation d'un tel système physique simple se ramène à une équation différentielle.

Plus intéressants sont les cas où le système est imparfaitement connu. On construit alors un modèle du système dynamique que l'on souhaite étudier, en choisissant les éléments pertinents et en décrivant leurs interactions par des expressions mathématiques. Cela implique de simplifier ou de négliger certains aspects de la réalité.

Une succession de calculs numériques simule ensuite le comportement du système dynamique selon différentes hypothèses, en faisant varier les conditions initiales ou les valeurs des paramètres. L'astronomie, la géologie, mais aussi les sciences de la vie offrent de nombreuses possibilités de telles expérimentations «*in silico*». Ainsi, en dynamique des populations, les modèles utilisés servent à étudier l'évolution des populations végétales et animales en interaction dans un même milieu

▲ **Robots humanoïdes autonomes.** Ces robots «footballeurs» ont été construits par une firme française, Aldebaran Robotics.

naturel et à prévoir les effets d'une perturbation de leur environnement due au réchauffement climatique ou à la pollution.

... et d'optimisation des calculs. La simulation se révèle souvent extrêmement gourmande en temps de calcul, lorsque les paramètres à prendre en compte sont nombreux et complexes. C'est ainsi que des prévisions météorologiques très fiables peuvent être disponibles avec plusieurs jours de retard !

Pour optimiser l'exécution des calculs, une solution est de faire appel à des **grilles** informatiques. Grâce à des **protocoles** spécifiques, les calculs sont répartis sur de nombreux ordinateurs reliés en réseau.

Maîtriser la puissance de calcul est aussi un préalable pour faire fonctionner des environnements de réalité virtuelle. Par exemple, vous enfiler des gants tactiles, mettez des lunettes à cristaux liquides et entrez en interaction avec des objets **virtuels**, parfois superposés au réel. Ces outils et techniques sont exploités dans des jeux vidéo, mais servent aussi à l'entraînement de professionnels, comme les pilotes d'avion ou les chirurgiens, en leur proposant des simulations très réalistes.

Parmi les technologies issues de la recherche en informatique, certaines font rêver, d'autres peuvent faire réfléchir... toutes ont une incidence sur la société dans laquelle nous vivons. C'est pourquoi il est important d'aller au-delà des apparences, de comprendre le travail des chercheurs et de découvrir ce qui se cache derrière des technologies que nous utilisons souvent sans même y penser. ●

SAVOIR +

● <http://interstices.info/abc> (site de culture scientifique créé par des chercheurs, lancé à l'initiative de l'Inria, en partenariat avec le CNRS, les universités et l'Asti).