

Les origines de l'ordinateur personnel

MITCHELL WALDROP

Le micro-ordinateur personnel et le réseau Internet sont issus des volumineux calculateurs de l'après-guerre. Ils sont nés parce que certains informaticiens étaient convaincus qu'une symbiose pourrait s'établir entre l'homme et un ordinateur convivial.

Il y a un peu plus de 25 ans, des adolescents auraient déclenché la révolution de l'ordinateur personnel, presque par hasard, en bricolant des microprocesseurs dans leurs garages et dans leurs chambres d'étudiants. En réalité, l'histoire de l'ordinateur commence bien plus tôt. Ce qui a déclenché cette révolution (et plus tard celle d'Internet) ne fut ni le matériel ni les logiciels, mais le message qu'ils véhiculaient : au lieu de rester des machines énormes, installées dans les sous-sols des grandes institutions pour traiter des cartes perforées, les ordinateurs devaient devenir conviviaux, chacun de nous devait pouvoir interagir avec eux et ils allaient nous être utiles. Ils potentialiseraient la créativité humaine, faciliteraient l'accès à l'information, tisseraient des réseaux sociaux et favoriseraient les communications et les échanges commerciaux. En somme, les ordinateurs

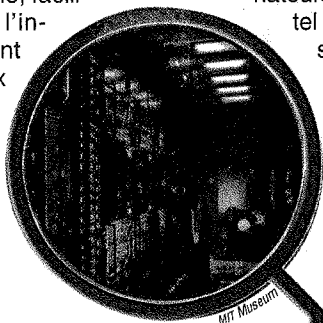
augmenteraient le pouvoir de chaque individu. En fait, la qualité première que l'on demandait à un ordinateur personnel était d'être interactif, c'est-à-dire de répondre sur le champ aux demandes de l'utilisateur.

RÉPONSE EN TEMPS RÉEL

Dans les années 1940, les ordinateurs sont encore perçus comme des calculateurs super-rapides, et la notion d'interactivité n'est pas à l'ordre du jour. Des premiers calculateurs numériques entièrement électroniques de la fin de la Seconde Guerre mondiale à la première grande vague d'informatisation des entreprises du début des années 1960, la quasi-totalité des ordinateurs est conçue pour résoudre tel ou tel problème, donner la solution et attendre de nouvelles données.

Dès le début, un ordinateur fait pourtant exception à la règle : le *Whirlwind*, une machine expérimentale conçue à

l'Institut de technologie du Massachusetts, avec des fonds de la Marine américaine. Le projet *Whirlwind* débute en 1944, dans le cadre d'un effort de guerre visant à construire un simulateur de vol entièrement électronique – une machine qui donnait les réactions simulées d'un avion à partir d'une séquence variable de manœuvres de pilotage. Jay Forrester, le directeur du projet, et ses collègues comprennent rapidement que l'ordinateur qu'ils construisent pour gérer le simulateur doit être interactif et capable de réagir aux événements aussi vite qu'ils surviennent : il devra être le premier ordinateur en temps réel. Ils réalisent également que le calcul interactif en temps réel aura certainement plus d'applications que le simulateur de vol lui-même : de la logistique et de la coordination des forces navales au contrôle du trafic aérien. Aussi, en 1948, l'équipe propose-t-elle à la Marine américaine d'améliorer le projet *Whirlwind* en essayant de créer un ordinateur fonctionnant en temps réel.



1944

Un projet de simulateur de vol est lancé à l'Institut de technologie du Massachusetts

1951

Whirlwind devient opérationnel

1948

Le simulateur de vol devient le Whirlwind, un ordinateur généraliste fonctionnant en temps réel

1944

1945

1946

1947

1948

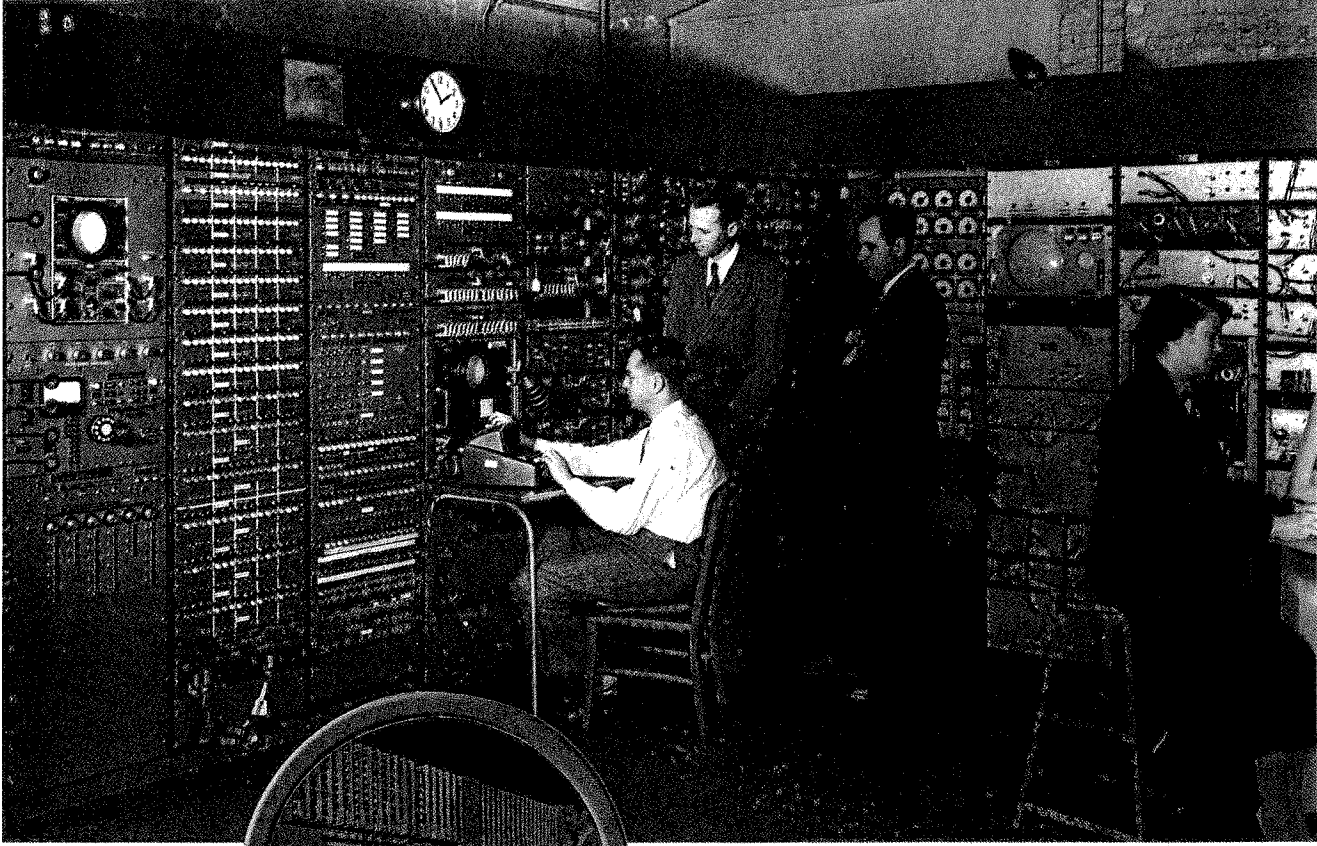
1949

1950

1951

1952

Tom Darper Design, MIT Museum



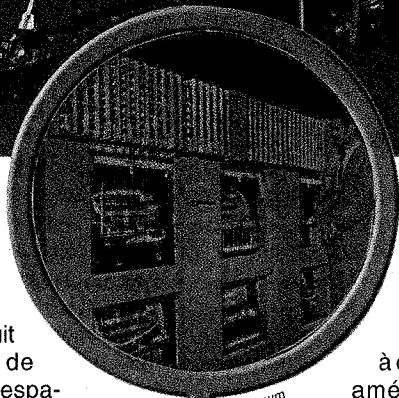
Lorsque *Whirlwind* devient opérationnel, en 1951, la corpulence de la machine est en rapport avec son coût : ses huit hauts rayonnages de tubes électroniques, espacés d'une largeur d'homme, pour que l'on puisse en faire le tour, occupent le volume d'une petite maison. Ses performances sont tout aussi impressionnantes (elles correspondent à peu près à celles des futurs ordinateurs personnels des années 1980 de type TRS-80). Le *Whirlwind* est la première machine que l'on utilise comme ordinateur personnel : on peut s'inscrire pour 15 minutes, pendant lesquelles, assis devant l'écran d'affichage cathodique,

on écrit un programme, on fait tourner une simulation ou l'on s'amuse avec la machine.

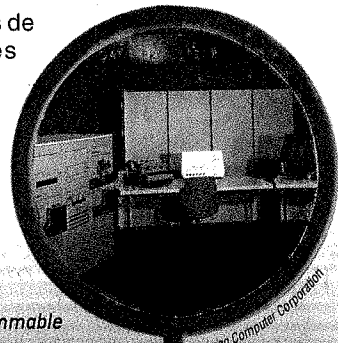
Malheureusement, à cette époque, la Marine américaine ne peut plus suivre les exigences financières croissantes du projet (qui coûtera finalement sept millions d'euros). Ce dernier (et la future informatique interactive) ne doit sa survie qu'au premier essai nucléaire soviétique, en 1949, qui fait planer la menace d'une attaque surprise par des bombardiers soviétiques à long rayon d'action. En 1951, l'Armée de l'air américaine demande à l'Institut de technologie du Massachusetts de concevoir un système de surveillance aérienne avec des ordi-

nateurs travaillant en temps réel sur le principe de *Whirlwind*, qui coordonneraient la surveillance radar, le repérage des cibles et toutes les autres opérations. Deux ans plus tard, la faisabilité du système est démontrée : *Whirlwind* repère deux avions à hélices survolant le Massachusetts, en intégrant les données radar et en calculant des trajectoires d'interception qui amènent l'avion « défenseur » à moins de 1 000 mètres des « assaillants ». *Whirlwind* devient le centre d'un programme de développement de grande envergure, baptisé projet *Lincoln*. Ce projet sera le plus ambitieux et le plus coûteux de l'époque, puisqu'il engloutira environ l'équivalent de un million d'euros par an.

Quelques millions de dollars et quelques années plus tard, ce



MIT Museum



Compaq Computer Corporation

1951-1958
Développement de SAGE à l'Institut de technologie du Massachusetts

1960
Licklider publie *La symbiose homme-machine*
DEC commercialise le PDP-1 doté d'un processeur programmable

1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962

1957
Kenneth Olsen et Harlan Anderson fondent la Digital Equipment Corporation

J. Licklider conçoit le «Système réellement SAGE»

1962
Licklider organise le Bureau de recherches informatiques à l'ARPA (l'Agence des projets de recherche du Pentagone)

projet donne le jour à un système de surveillance aérienne, baptisé SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment*), qui s'étend à tout le continent ; il est composé de 23 centres directionnels, abritant chacun quelques dizaines d'opérateurs humains et deux ordinateurs redondants travaillant en temps réel, capables de repérer 400 avions simultanément. L'efficacité de SAGE – jamais testé en combat réel et démantelé dans les années 1980 – reste sujette à discussion. Toutefois, son impact sur l'histoire de l'informatique est incontestable.

Tout d'abord, il est à l'origine de l'apparition d'une *Silicon Valley* de la côte Est près de Boston, puisqu'en 1952, le Laboratoire *Lincoln* est relogé dans un nouveau bâtiment de la banlieue de Boston, où il est rapidement rejoint par d'autres sociétés de haute technologie. SAGE a également favorisé la diffusion des techniques *Whirlwind*. Par exemple, à la fin des années 1950, IBM fait valoir son expérience de principal fournisseur de SAGE afin de créer, pour la Compagnie aérienne *American Airlines*, un système de réservations fonctionnant en temps réel. Ce système, qui entre en service en 1964, servira de modèle à tous les futurs systèmes de vente de ce type. En 1955, IBM met sur le marché le premier ordinateur de gestion, utilisant des mémoires à tores magnétiques de *Whirlwind*, meilleur marché et plus fiable que les autres méthodes de stockage de données binaires de l'époque.

Cette technique dominera pendant deux décennies, avant d'être supplantée, au milieu des années 1970, par les puces semi-conductrices. Toutefois, SAGE aura une consé-

quence encore plus importante sur l'histoire de l'informatique : la création d'une console standard pour l'utilisateur, qui deviendra l'ordinateur de bureau que nous utilisons aujourd'hui. À l'époque, la console de chaque contrôleur radar comprend un écran d'affichage cathodique, un clavier et un pistolet lumineux (comparable à la souris), qui sert à sélectionner divers objets sur l'écran. Les ordinateurs sont reliés par un réseau numérique à longue distance empruntant les lignes téléphoniques. Afin de transmettre des signaux numériques sur des lignes conçues pour acheminer des signaux analogiques, les concepteurs de SAGE mettent au point un autre appareil qui nous est devenu familier : le Modem.

Cependant, SAGE n'évoluera pas sans détours vers l'ordinateur personnel moderne. Deux voies de recherche évolueront en parallèle : l'une focalisée sur l'ordinateur lui-même, l'autre sur son utilisation.

L'ORDINATEUR POUR TOUS

La mise au point de l'ordinateur doit beaucoup aux séances de 15 minutes, accordées aux utilisateurs de *Whirlwind* et des machines du projet SAGE. Ces contacts homme/machine ont convaincu les jeunes ingénieurs du projet que l'ordinateur devait être un outil convivial que chacun pourrait utiliser facilement. En 1957, deux d'entre eux, Kenneth Olsen et Harlan Anderson, fondent une petite société qui met au point de tels ordinateurs interactifs. Ils la baptisent DEC (*Digital Equipment Corporation*).

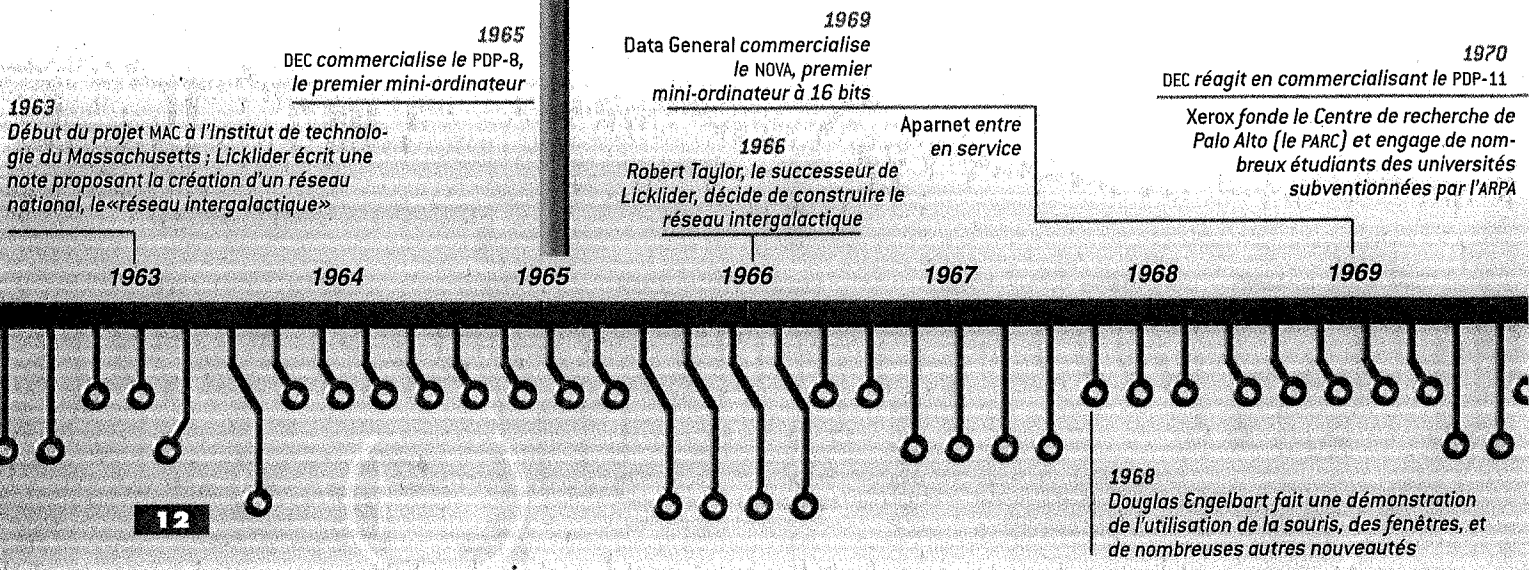
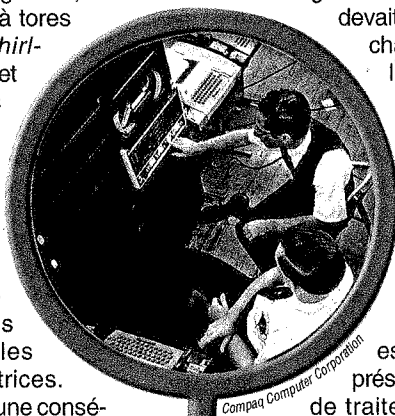
Au début, le marché est restreint. En 1960, DEC présente sa première machine de traitement de données pro-

grammable, le PDP-1, et en vend 49 dans le monde de l'ingénierie : le PDP-1 est un succès relatif. La machine, entièrement interactive, à écran cathodique, tient dans une petite pièce et, par rapport à son prix (environ 100 000 euros), elle offre une puissance de calcul remarquable. Plus séduisante encore, la notice du PDP-1 décrit la machine dans ses moindres détails, de sorte que des bricoleurs astucieux peuvent la modifier ou lui ajouter des éléments pour l'adapter à leurs besoins, ce dont ils ne se privent pas.

En 1964, l'enthousiasme des utilisateurs pour le PDP-1 et les succès rencontrés avec d'autres produits de DEC sont si encourageants que l'entreprise envisage la création d'un petit ordinateur destiné à des équipes de travail restreintes, voire à des particuliers. Pour la conception de cette machine, DEC s'inspire en grande partie d'un ordinateur scientifique expérimental, nommé LINC et mis au point au Laboratoire *Lincoln* par Wesley Clark, ancien collègue d'Olsen et Anderson. L'inspiration vient aussi des rapides progrès accomplis dans le domaine des semi-conducteurs et du stockage des données, sans parler de l'amélioration des techniques de fabrication sur les chaînes de montage.

Le résultat, un ordinateur nommé PDP-8, est si petit et si léger pour l'époque (à peine 110 kilogrammes), que les affiches publicitaires le présentent sur le siège arrière d'une petite voiture *Volkswagen* décapotable. En outre, grâce à son prix raisonnable (environ 16 000 euros), il remporte un franc succès, même auprès d'utilisateurs sans compétence technique. Mis sur le marché en avril 1965, il figure bientôt en bonne place dans des usines de chimie, les salles de presse, les laboratoires, les raffineries, et même quelques écoles.

Comparé aux machines concurrentes, le PDP-8 apparaît comme un nouveau concept : le mini-ordinateur (ce mot



aurait été forgé au bureau londonien de DEC, inspiré par la mode qui faisait fureur à l'époque : la minijupe). Au milieu des années 1970, la compétition entre les différents fabricants entraîne l'arrivée, sur le marché, de plusieurs séries de mini-ordinateurs incorporant des semi-conducteurs de plus en plus élaborés. DEC et ses rivaux commencent à empiéter sérieusement sur le marché des unités centrales de type IBM.

L'ordinateur fascine les passionnés d'électronique, qui en ont déjà vu sur leur lieu de travail ou, même, à l'école ; ils en veulent un qu'ils puissent bricoler chez eux. En janvier 1975, le magazine *Popular Electronics* présente un mini-ordinateur en kit, nommé *Altair 8800*. La Société MITS, fondée à Albuquerque par des électroniciens, le vend environ 350 euros. Alors que dans les autres ordinateurs, le processeur est constitué de plusieurs circuits intégrés, il tient ici sur une seule puce, l'*Intel 8080*. Cette particularité fait de l'*Altair* un micro-ordinateur, mais qui ressemble encore beaucoup à un mini-ordinateur : il a l'architecture d'un mini-ordinateur et utilise les mêmes périphériques.

Même le langage de programmation que choisit MITS rappelle celui des mini-ordinateurs : créé au printemps 1975, par Bill Gates, alors étudiant à Harvard, et par son camarade de lycée Paul Allen, programmeur à Boston, l'*Altair BASIC* reprend plusieurs caractéristiques du BASIC utilisé par DEC pour son PDP-11 (une fois leur langage de programmation mis au point, B. Gates et P. Allen s'installent à Albuquerque, à côté de MITS, où ils fondent une petite société pour le commercialiser : *MicroSoft*).

1971-1977.

Le PARC crée l'ordinateur de bureau moderne : un ordinateur personnel autonome ; une interface graphique utilisant des fenêtres, des icônes, des menus et une souris ; un réseau local Ethernet ; une imprimante laser ; un traitement de texte WYS/WYG et bien d'autres outils

1975

Altair fait la couverture de *Popular Electronics*. B. Gates et P. Allen conçoivent le langage Altair BASIC et fondent *MicroSoft* ; les passionnés d'informatique de la Silicon Valley fondent un club d'utilisateurs

L'*Altair* est un succès, puisque MITS en vend plus de 10 000 exemplaires. De nombreux groupes d'utilisateurs se créent. En un an ou deux, quelques jeunes entrepreneurs créent leur société, pour commercialiser leurs propres micro-ordinateurs, plus élaborés que de simples kits : ils fonctionnent dès qu'on les branche, comme n'importe quel appareil ordinaire. Notamment, la société la plus célèbre est *Apple*, fondée en 1976 par Steve Wozniak et Steve Jobs, originaires de Cupertino, dans la Silicon Valley. Leur *Apple II*, qui arrive sur le marché en avril 1977, a un clavier intégré et se présente dans un carter beige. Il coûte à peine plus de 1 000 euros (sans le moniteur) et il est idéal pour les jeux vidéo. À la fin des années 1970, *Apple* connaît la croissance la plus rapide de tous les fabricants d'ordinateurs.

L'histoire de l'informatique ne se limite pas à celle que nous venons de retracer. Elle a également emprunté une seconde voie de développement, parallèle à la première et qui a été lancée, comme elle, par le projet SAGE.

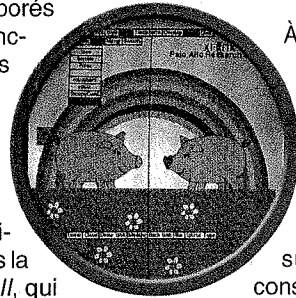
L'événement clé de cette voie de développement survient en 1962, lorsque l'Agence des projets de recherche avancées du Pentagone, l'ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) recrute un psychologue, J. Licklider, dans le cadre d'un nouveau programme de recherche sur la commande et le contrôle. Dix ans plus tôt, à l'Institut de technologie du Massachusetts, Licklider faisait partie de l'équipe de conception de la console du SAGE, où il s'était particulièrement consacré aux facteurs humains. En 1957, cette expérience le conduit à envisager un « système réellement SAGE » qui se

concentrerait non sur la sécurité nationale, mais sur le renforcement des « pouvoirs de l'esprit ».

LA SYMBIOSE HOMME-MACHINE

À la place des 23 centres de défense aérienne, il imagine un réseau à l'échelle continentale, composé de « centres de pensée » et équipé d'ordinateurs contenant d'immenses bibliothèques couvrant tous les sujets imaginables. Aux consoles radars, il substitue une multitude de terminaux interactifs, capables d'afficher du texte, des équations, des images, des diagrammes ou toute autre forme d'information. En 1958, Licklider décrit déjà sa vision comme une « symbiose homme-machine ». Chacun aurait sa propre sphère d'activité – algorithmes répétitifs pour la machine, créativité pour l'homme –, mais ils seraient bien plus puissants ensemble que séparément. Le programme de recherches de l'ARPA mettra son idée en œuvre, grâce aux moyens financiers du Pentagone.

Licklider porte tous ses efforts sur le projet MAC, de l'Institut de technologie du Massachusetts, qui aboutit au premier réseau à grande échelle d'ordinateurs personnels. Comme les ordinateurs ne sont pas encore à la portée de la bourse des particuliers (ils coûtent des centaines de milliers d'euros), il dissémine quelques dizaines de terminaux autour du campus. Grâce à la méthode du temps partagé, la machine au centre du réseau travaille par petites tranches,



1976

Steve Jobs et Steve Wozniak fondent Apple ; Gary Kildall annonce l'arrivée du CP/M, un micro-ordinateur primitif

Vinton Cerf devient directeur du réseau ARPA et commence à introduire le TCP/IP

1977

DEC commercialise le VAX, le premier mini-ordinateur à 32 bits. Premiers micro-ordinateurs grand public, dont l'Apple II et le TRS-80

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1974

Robert Khan et Vinton Cerf conçoivent le protocole Internet TCP/IP

Le micro-ordinateur : une invention simultanée

L'histoire du micro-ordinateur montre bien les limites du déterminisme technique. On a trop souvent affirmé que le progrès des composants semi-conducteurs avait «naturellement» déterminé la naissance d'une nouvelle génération d'ordinateurs, construits autour d'un micro-processeur. Si tel avait été le cas, les premiers micro-ordinateurs auraient vu le jour chez les fabricants de puces, *Intel* et *Motorola* en tête. Or, il n'en fut rien. Les inventeurs de micro-ordinateurs furent notamment des étudiants et de jeunes techniciens imprégnés de conceptions communautaires et anti-hiérarchiques ; ils œuvraient aux interfaces de l'électronique et des projets d'ordre culturel et social qui dépassaient largement la technique. Ces interfaces étant variés, le micro-ordinateur a été inventé en plusieurs endroits simultanément.

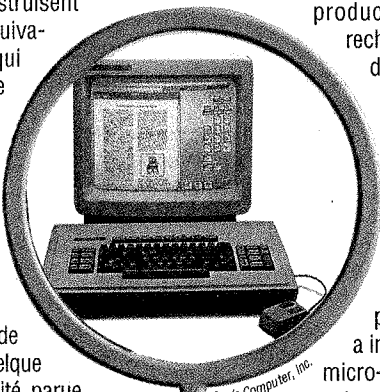
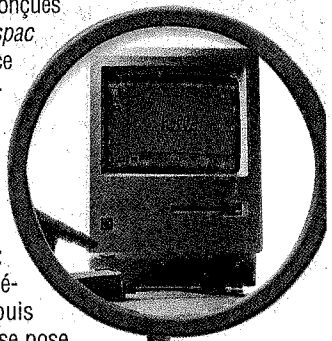
Ainsi, en France, en 1972, dans une jeune entreprise de la banlieue parisienne, la Société R2E, François Gernelle et André Truong répondent à un appel d'offres de l'Institut national de recherche agronomique. Autour de l'*Intel 8008*, ils construisent un ordinateur dont les performances sont équivalentes à celles du DEC PDP-8 américain, mais qui coûte cinq fois moins cher. La machine est mise au point en quatre mois par une équipe de quatre personnes. Deux brevets mondiaux sont déposés en 1973. F. Gernelle se souvient que «l'agent de brevets refusa d'utiliser dans les revendications le terme que je lui proposais : "micro-ordinateur", car il paraît que les choses novatrices doivent être écrites avec des termes connus... Dommage!»

R2E commercialise la machine sous le nom de *Micral*, à partir du mois d'avril 1973, au prix de quelque 1 300 euros, pour la version de base. Une publicité, parue dans *Electronics Magazine*, témoigne d'un effort précoce pour la lancer sur le marché américain. La première année, R2E reçoit 500 commandes. Certaines de ces machines équipent des unités de production chimique chez *Rhône-Poulenc*. D'autres sont installées aux bornes de péage de plusieurs autoroutes, en France et en Italie ; une dizaine de *Micral*, livrés en 1974 au péage de Chambéry, contrôlaient encore en 1992 le passage des sportifs venant assister aux Jeux olympiques d'Albertville. En somme, sur le marché des calculateurs industriels, le *Micral*, robuste et fiable, remplace avantageusement les mini-ordinateurs. Puis R2E présente des versions de plus en plus puissantes du *Micral*, bientôt orientées vers la gestion,

avec un écran-clavier et un disque dur dès 1975. Certaines sont multi-processeurs, toutes sont multi-utilisateurs : plutôt que comme «ordinateur personnel», elles sont conçues pour être mise en réseau, les projets *Transpac* et *Cyclades* étant en plein essor dans la France d'alors (*Cyclades* était un réseau informatique de type Internet, développé à l'Institut de recherches en informatique et en automatique depuis 1973 ; *Transpac* est le réseau du ministère des Postes et télécommunications, dont le Minitel est un terminal). Un autre marché important s'ouvre : celui de l'informatique scolaire, avec les opérations «58 lycées», à partir de 1972, puis «10 000 micro-ordinateurs». Désormais, se pose la question du capital nécessaire pour investir dans la production de masse et un programme de recherche et développement. En 1978, R2E, déficitaire, sera acquise par *CII-Honeywell-Bull*.

Dès le milieu des années 1970, une dizaine d'entreprises françaises construisent des micro-ordinateurs. Outre le R2E *Micral*, citons l'*Alvan*, l'*Alcyane* de MBC, le *Silex* de *Léanord*, version française de l'*Apple II* ; plus tard viennent *Goupil* et *Normerel*. Comparés à leurs équivalents américains, ludiques et bricolés, ces premiers micro-ordinateurs français sont davantage construits par des professionnels pour des professionnels. R2E a inventé le micro-ordinateur..., mais peut-être pas la micro-informatique, qui fermente dans d'autres usages, une autre «culture». Usages professionnels, ludiques et «familiaux» convergeront au cours de la décennie suivante lorsqu'IBM se lancera, en concurrence avec *Apple*.

Le développement des micro-ordinateurs n'a guère eu de relations directes avec la recherche scientifique : ils sont nés dans des «garages», non dans les laboratoires publics, contrairement aux grands ordinateurs de la période pionnière, conçus dans des universités. Toutefois, si l'on retrace la genèse des innovations qui ont fondé la micro-informatique, on aboutit à deux principales sources de nouveautés : l'industrie électronique, qui a fait progresser les composants et le matériel, et la recherche académique (largement financée par la Défense et la grande industrie), qui a inventé de nouvelles manières d'utiliser les calculateurs, tels les systèmes d'ex-



Apple Computer, Inc.

1979
VisiCalc, premier tableur électronique, écrit pour Apple

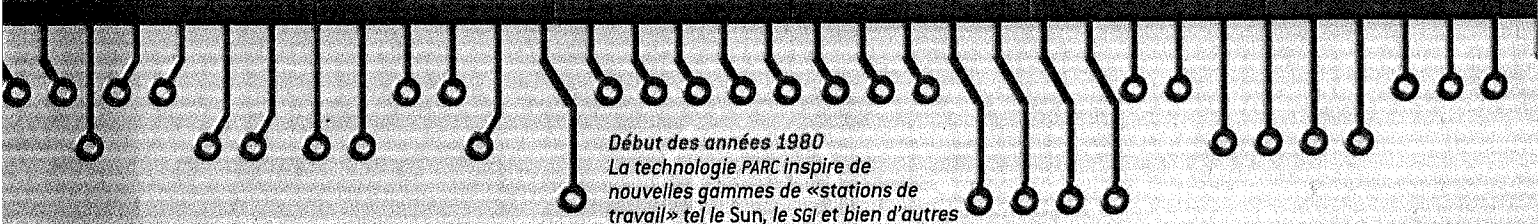
1983
Le Times qualifie l'ordinateur de «Machine de l'année» ; Lotus introduit 1-2-3 pour PC | Arpanet adopte officiellement le TCP/IP Internet

1981
Premier IBM PC ; la micro-informatique commence à envahir les bureaux des entreprises

Xerox introduit une version commerciale du système PARC : le Xerox Star. L'accueil est peu enthousiaste

Début des années 1980
La technologie PARC inspire de nouvelles gammes de «stations de travail» tel le Sun, le SGI et bien d'autres

1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984



ploiement en temps partagé, le fonctionnement en temps réel et l'interactivité, les interfaces graphiques, les réseaux...

Les créateurs de la micro-informatique ont surtout été des entrepreneurs, qui ont combiné ces innovations avec des facteurs de production économiques, pour mettre au point à la fois des produits qui satisfieraient le marché et une politique marketing qui allait développer ce marché. L'image des *wonder kids* bricolant dans leur garage fait partie de ce marketing.

On perçoit mieux, ainsi, pourquoi les entreprises européennes n'ont pas connu la même réussite que leurs concurrents américains. Dans l'évolution rapide des semi-conducteurs, l'industrie électronique européenne s'est trouvée en position de suiveuse, c'est-à-dire de perdante. La recherche académique européenne, plus rigide dans ses modes d'action (cloisonnements, temps de réponse...), et plus distante de la Défense et de l'industrie, a parfois tardé à reconnaître l'informatique comme un domaine scientifique à part entière. Les entrepreneurs ont plutôt été défavorisés, face aux grands groupes établis, par exemple dans le *Plan Calcul* (un programme de développement technologique et industriel français pour réagir face à la supériorité américaine, de 1966 à 1975) et le capital-risque leur a fait presque complètement défaut. Ils ont conquis des segments du marché du contrôle industriel, en concurrence avec les mini-ordinateurs, mais n'ont pas inventé le marché «grand public» qui fit de la micro-informatique un phénomène de société. N'idéalisons pas cependant le rêve californien : dès 1977, MITS, le constructeur de l'*Altair*, avait disparu, absorbé par un concurrent. La révolution informatique, elle aussi, dévore ses enfants.

Pierre-Éric MOUNIER-KUHN, CNRS/Centre Roland-Mousnier (Université Paris-Sorbonne), Séminaire d'histoire de l'informatique (EPHE).

très rapidement, de sorte que chaque utilisateur a l'impression qu'elle réagit en temps réel. Au milieu des années 1960, le projet MAC donne naissance à la première communauté en ligne de l'histoire, qui affiche des bulletins virtuels, échange des messages électroniques, entretient un réseau d'amis «virtuels», échange des logiciels gratuits... et qui se fait pirater.

Licklider aide également Douglas Engelbart, un ingénieur qui travaille pour une société de consultants, dont les idées rejoignent les siennes : il pense qu'un ordinateur pourrait «augmenter l'intellect humain». Grâce aux fonds de l'ARPA, de l'Armée de l'air américaine et de la NASA, Engelbart met au point la souris, les fenêtres, le traitement de texte et une foule d'autres techniques. La démonstration qu'il fait de ces merveilles, en décembre 1968, lors d'une conférence à San Francisco, marque un tournant majeur dans l'histoire de l'informatique : c'est le moment où l'on commence enfin à entrevoir tout ce que l'informatique interactive peut accomplir.

À l'ARPA, la stratégie de Licklider consiste à subventionner des équipes de recherches isolées, qui souhaitent travailler dans le sens de son projet, et à les rassembler en un vaste mouvement qui se poursuivra après son départ (il quitte l'ARPA en 1964, pour IBM, puis pour l'Institut de technologie du Massachusetts). En avril 1963, dans une note à ses principaux collègues, Licklider décrit l'un des éléments clés de son projet : relier tous leurs ordinateurs individuels et tous les systèmes en temps partagé de façon à former un

seul et même réseau informatique couvrant tout le continent. À la fin des années 1960, ce réseau commence à se constituer : nommé Arpanet, c'est un réseau numérique à l'échelle des États-Unis qui relie les sites de recherche informatique subventionnés par l'ARPA. Puis, dans les années 1970, Arpanet s'élargit pour former le réseau de réseaux, que l'on connaît aujourd'hui sous le nom d'Internet.

Un autre élément de la stratégie de Licklider, peut-être plus déterminant encore, consiste à consacrer la majeure partie de ses fonds de recherche aux universités, une politique que ses successeurs poursuivront. Dès lors, sa vision d'une symbiose homme-machine domine dans l'industrie informatique, par l'intermédiaire de toute une génération de diplômés des universités qui y travaillent. C'est cette génération qui construit l'Arpanet et qui, dans les années 1970, se retrouve au Centre de recherches de Xerox, en Californie, où elle concrétise la vision symbiotique de Licklider sous la forme que nous utilisons toujours : un PC autonome, équipé d'un écran graphique et d'une souris ; une imprimante laser ; un réseau local et, bien sûr, l'interface utilisateur qu'*Apple* rendra plus tard célèbre avec l'ordinateur *Macintosh* – des fenêtres, des icônes, des menus déroulants...

À travers les étudiants qu'elle forme, cette génération déclenchera la révolution de l'ordinateur personnel, dans les années 1980, et celle du réseau, dans les années 1990 – plus de 50 ans après les réflexions de l'équipe de Jay Forrester sur l'informatique en temps réel.

Michell WALDROP est l'auteur de *La machine à rêver*, dont sont tirées les informations contenues dans cet article.

F. GERNELLE, *La naissance du premier micro-ordinateur : le Micral N*, in *Actes du deuxième colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, CNAM, Paris 1990.

F. GERNELLE, *Les choix architecturaux et technologiques dans la conception du Micral N, premier micro-ordinateur au monde*, in *Actes du cinquième colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, ENSEEIHT, Toulouse, 1998.

Pierre-Éric MOUNIER-KUHN, *L'histoire de l'informatique en France*, à paraître.

1984
Apple introduit Macintosh, utilisant interface graphique conçue au PARC

1985
Microsoft introduit Windows 1.0 ; la technologie PARC commence à pénétrer le marché grand public

1985

1986

1987

1988

1989

1990