

nanomètres, qui semblent la limite des méthodes actuelles.

Au-delà, les procédés de lithographie devront utiliser les rayons X (technologie étudiée par IBM) ou des faisceaux d'électrons (technologie étudiée par Bell), mais ces nouvelles méthodes ne sont plus de simples prolongements de ce qu'on sait faire, elles demanderont donc des investissements nouveaux colossaux... et de la chance, car on ne peut être certain que cela va marcher.

Quant aux projets de développements de calculateurs quantiques ou à ADN étudiés dans certains laboratoires de recherche, Gordon Moore, comme la plupart des spécialistes, pense que cela ne pourra jouer un rôle que dans un avenir lointain, et en tout cas pas dans les dix ans à venir.

Parmi les variantes de la loi de Moore, la loi de Rock inquiète de nombreux observateurs. Elle énonce que le coût en investissements double tous les quatre ans. L'industrie du microprocesseur est une industrie de l'ordre de 200 milliards de dollars par an, qui investit 10 pour cent de ses revenus dans la recherche et le développement. La loi de Rock, freinerait peut-être plus les progrès envisageables (les doubléments de performances prévus tous les 18 mois) que les difficultés liées à la physique, car rien en économie ne croît aussi vite et, tôt ou tard, il y aura un manque de ressources financières, en tout cas avant

que la totalité des richesses économiques terrestres ne soient consacrées à la fabrication de microprocesseurs! La limitation économique imposera sa contrainte à la courbe exprimant la densité de transistors en fonction du temps.

Notons, en passant, que la loi de Machrone, variante humoristique de la loi de Moore, est étonnamment exacte : l'ordinateur dont vous rêvez vaut toujours 5 000 dollars (ou euros).

EST-CE QUE ÇA VA CONTINUER? OUI!

Lorsqu'on observe certains aspects particuliers des performances informatiques, on découvre que la loi de Moore (standard) a été récemment dépassée dans trois domaines où l'augmentation des performances a été plus rapide que le fameux doublement tous les dix-huit mois. Ces trois domaines sont l'affichage graphique, le stockage sur disques magnétiques et la capacité des fibres optiques.

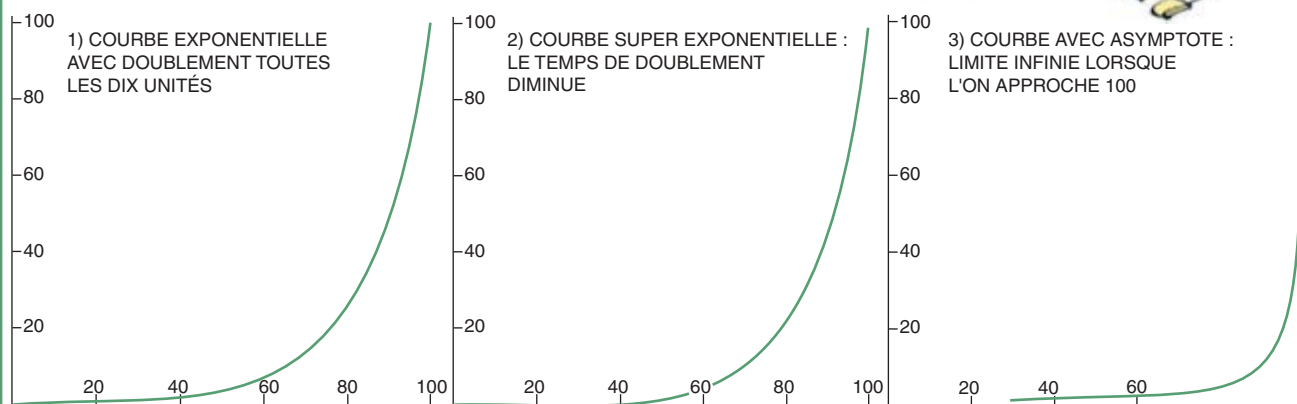
Fin 1998, pour 250 \$, on pouvait disposer d'une carte graphique traitant un million de polygones par seconde et produisant donc de belles animations 3-D en images de synthèse. Les spécialistes annoncent, pour un prix équivalent, des cartes capables d'afficher 100 millions de polygones par seconde à la fin 2001. Le gain en performance sera donc d'un facteur 100 en trois ans, ce qui

correspond à un facteur 10 en 18 mois, bien plus que le doublement habituel. L'explication de ces progrès accélérés se trouve dans le succès commercial des jeux utilisant les simulations 3-D qui ont conduit à la mise au point de puces spécialisées ; celles-ci bénéficient à la fois des progrès d'intégration (le nombre de transistors par unité de surface) de la fréquence plus élevée des processeurs (ces deux facteurs conduisent au doublement tous les 18 mois), et tirent aussi avantage d'une meilleure conception des algorithmes et du dessin optimisé des circuits. C'est là que les progrès dans la maîtrise mathématique et le savoir-faire spécialisé sont responsables de ce dépassement des prévisions : non seulement l'électronicien avance, mais aussi le mathématicien et l'informaticien.

Dans le domaine du stockage des données sur disques magnétiques, la loi



3. LES PRÉVISIONS DE L'AUGMENTATION DE LA PUISSANCE DE CALCUL



L'augmentation des performances informatiques franchit les transitions technologiques produisant des doubléments à intervalles réguliers, qui semblent même à certains analystes de plus en plus rapprochés. Trois hypothèses sont à envisager. (1) La courbe de performance informatique est déterminée par une fonction exponentielle, c'est-à-dire une fonction de type : $t \rightarrow C \cdot a^t$: l'espace entre deux doubléments est constant. (2) La courbe de performance est déterminée par une fonction super-exponentielle, par exemple $t \rightarrow C \cdot t^t$: la durée entre deux doubléments diminue. (3) La courbe de

performance possède une asymptote verticale comme celle de la fonction $t \rightarrow C/(s - t)$: lorsque t s'approche de s , la singularité, la performance, tend vers l'infini. Si la troisième hypothèse est vérifiée, alors se pose la question de l'interprétation de cette singularité. Ce changement radical a été théorisé par V. Vinge, du Département de mathématiques de l'Université de San Diego, qui considère qu'elle correspond à la mise au point de machines plus intelligentes que l'homme. Bien sûr, ces réflexions prospectives proches de la science-fiction sont considérées avec méfiance par la majorité des scientifiques.