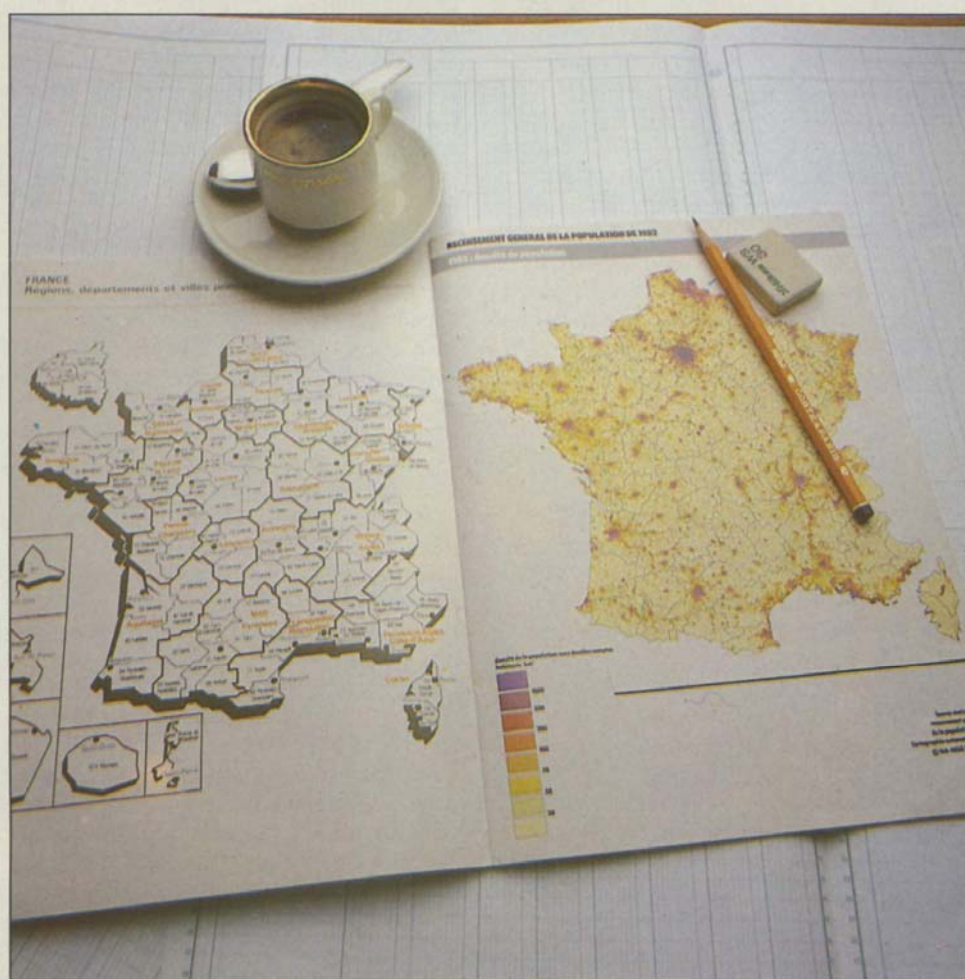


DE L'UTILITÉ DES TABLEURS



Outre leur possibilité de super-calculatrice, on entend souvent dire que les tableurs peuvent servir à créer des modèles. Que signifie ce terme ? A partir d'un modèle démographique, essayons de prévoir la population française en l'an 2000.

LE PRINCIPE DU TABLEUR EST assez simple : au début de la séance de travail, l'écran de l'ordinateur est couvert de cases vides, organisées en lignes et en colonnes. Traditionnellement, les lignes sont numérotées, les colonnes étant simplement désignées par une lettre. Le nom d'une case est, dans ce cas, formé par le nom de la colonne, suivi du nom de ligne. Par exemple, la case D12 correspond à l'intersection de la douzième ligne et de la quatrième colonne. Notons que certains tableurs n'utilisent pas cette notation, mais le principe reste le même.

Dans une case de tableur, il est possible d'inscrire des nombres ou des commentaires. Mais, et c'est le plus important, on peut également inscrire des formules. Par exemple, supposons que la case A1 contienne le nombre 20. On peut écrire dans A2 : $5 + A1$. Aussitôt la formule tapée, le calcul s'effectue et la case A2 affiche 25. Cela, la moindre calculatrice à 50 F le fait très bien. Ce que la calculatrice ne fait pas,

Photos Thierry MORIN

c'est de garder en mémoire la formule de calcul de la case A2. Donc, si on change la valeur de A1, par exemple en mettant 100 dans A1, alors immédiatement, A2 affiche 105, résultat de la formule $5 + A1$ avec la nouvelle valeur de A1.

L'idée nouvelle des tableurs est donc de conserver des formules qui servent à calculer les valeurs des cases. On comprend tout l'intérêt d'un tel procédé, par exemple en regardant un relevé de compte en banque. Le solde est calculé, quel que soit les chiffres, en faisant le total des crédits et en y retirant le total des débits. Il est possible de construire un tableau grâce à un tableur qui réalise une telle série d'opérations. A mesure des émissions de chèques et des versements, on peut alors ajouter

dans les cases les valeurs correspondantes, le calcul du solde étant immédiat et automatique. Avec le même type de calcul, une feuille de calcul peut également servir à tenir une comptabilité.

Question de temps

Mais au-delà de ces fonctions, les tableurs servent également à construire des modèles. Ce mot un peu mystérieux cache une réalité assez simple. Un modèle, c'est une série de relations, de formules entre des grandeurs numériques. On part généralement d'une situation actuelle, concrète, et l'on applique les équations aux grandeurs numériques. On

obtient un résultat exact si les équations qui relient les grandeurs sont exactes. Par exemple, si mon salaire est de 8 000 F et que je prévois une augmentation de 8%, alors je gagnerai 8 640 F dans un an. Si je suppose que cette hausse reste constante dans les dix prochaines années, en d'autres termes si j'applique le même modèle, je prévois que mon salaire sera de 15 992 F à la fin de l'année 1995. La différence entre un simple calcul et un modèle, c'est que le temps joue un rôle.

A partir d'une relation probable entre mon salaire actuel et son augmentation dans un an, je fais la supposition, très aléatoire d'ailleurs, sur la valeur de mon salaire dans dix ans. En partant de la même formule, rien n'empêche d'essayer d'autres hypothèses. Ainsi, je gagnerai 12 410 F en 1995 si la hausse est régulièrement de 5% par an, mais mon salaire sera de 28 143 F pour une hausse régulière de 15%. Dans ce cas, nous voyons que le modèle est très sensible au taux d'augmentation, ses effets étant cumulatifs.

Pour montrer l'intérêt d'un modèle un peu moins simple, construisons un modèle de la population française, à partir des données du dernier recensement et d'un tableur nommé Version Calc, un programme français qui fonctionne sur Apple IIe et Apple IIc avec une souris. Grâce aux résultats publiés du recensement de 1982, on dispose de la répartition de la population par âge et par sexe. Avec cette répartition, on peut construire la pyramide des âges et, à partir de quelques hypothèses simples de natalité et de mortalité, essayer d'étudier les variations de cette pyramide dans le futur. Pour cet exemple, la valeur de la tranche d'âge considérée est de cinq ans.

La pyramide des âges

Dans la première colonne, je construis une échelle des âges de début de tranche. Le premier âge est 0 en A3, le deuxième âge est de 5 ans, que je calcule en A4 en posant : $+ A3 + 5$. Le nombre 5, résultat s'affiche, 5. L'intérêt d'avoir écrit une formule et non un nombre c'est que je peux maintenant recopier cette formule sur toute la colonne des âges.

Avec ce logiciel, l'opération de copie est très simple. Dans un premier temps, je désigne la case A3 avec la souris, puis je sélectionne l'option choisie "copier". Puis, je sélectionne, toujours avec la souris, les cases de destination de la copie, ici les cases A4 à A22. Enfin, je sélectionne l'option "coller avec modification". Le programme Version Calc demande si la formule doit être copiée telle quelle, ou adaptée. En choisissant la deuxième option, la formule devient $+ A4 + 5$ pour la case A5, $+ A5 + 5$ pour la case A6. Ainsi une échelle d'âges allant de 0 à 100 par sauts de 5 se crée en quelques secondes.

Pour donner à l'étude une base vraisemblable, on inscrit sur deux colonnes le nombre d'hommes et de femmes par tranche d'âge. On peut ensuite faire un graphique avec cette collection de chiffres, pour obtenir la pyramide des âges. Un simple coup d'œil permet déjà bien des conclusions. Les pays en voie de développement présentent des pyramides qui

VERSION CALC : UN TABLEUR SOURIS

NOTRE MODÈLE DE PYRAMIDE des âges a été conçu avec le logiciel Version Calc produit par la Société française Version Soft qui commercialise déjà Epistole. Comme ce dernier, Version Calc fonctionne sur Apple IIc ou Apple IIe et utilise une souris. Entièrement conçu et réalisé en France, il possède par rapport aux autres tableurs quelques particularités intéressantes. Il gère de manière très simple la structure de catalogue arborescente du système d'exploitation PRODOS de l'Apple IIc et IIe. Il utilise la souris pour se déplacer sur le tableau, pour agrandir les colonnes ou pour ouvrir une deuxième fenêtre sur l'écran. Il pos-

sède une fonction de consolidation, SPLATCH, qui provoque l'addition case à case de deux tableaux de même structure. On peut ouvrir une fenêtre graphique qui montre immédiatement sur un même écran le résultat d'un calcul et sa représentation, par courbes ou par barres verticales. On peut lancer un calcul répétitif. Les fonctions d'impression sont très complètes : on veut éditer les tableaux, les graphes, les formules d'un tableau sur papier. Il est possible également de reprendre les résultats d'un tableau sur un traitement de texte. Version Calc est donc un bon complément de l'Apple II. La souris facilite les manipulations et réduit la saisie au clavier.

CONSTRUCTION PRATIQUE DU MODÈLE

Colonnes A et B : âges
Colonnes C et D : population des hommes et des femmes en 1982
Colonnes E et F : population courante
C'est soit la population de l'année 1982, colonnes C-D, soit l'ancienne population calculée au passage précédent, colonne K-L.
Equation pour la case E3 :
 $+ (\text{Début} \times C3) + (1 - \text{Début}) \times K3$
Colonnes G et H : taux de mortalité pour les hommes et pour les femmes
Colonne I : taux de naissance par tranche d'âge pour les femmes
Colonne J : naissance par tranche d'âge des mères.
Equation pour J3 :
 $+ F3 \times I3 \times 5$
Colonnes K et L : population calculée
- Le taux de mortalité s'applique sur 5 années, le nombre de survivants est arrondi à l'entier.
Equation pour K4 :

$+ \text{ENT} (E3 \times G3 \times G3 \times G3 \times G3 \times G3)$
Calcul du nombre de naissances d'hommes K3 (arrondi à l'entier) $+ \text{ENT} (\text{SOMME} (J3... J22) \times \text{Taux Homme})$
Calcul du nombre de naissances de femmes L3 $+ \text{ENT} (\text{SOMME} (J3... J22) \times (1 - \text{Taux Homme}))$

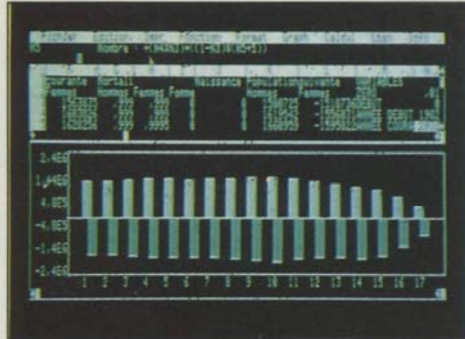
Remarque : les populations initiales sont des données réelles. Les taux de naissance et de mortalité sont des hypothèses vraisemblables. Le taux homme est la proportion d'hommes au moment de la naissance. C'est un calcul fait à partir de données réelles. Toutes les équations sont répétées et adaptées sur les vingt lignes du tableau par l'opération de copie avec modification. La période de temps est dans ce modèle de cinq ans. Pour la passer à un an, il suffit de donner les chiffres annuels de population et de compléter les taux. Les équations, légèrement modifiées, seront copiées sur 100 lignes et non sur 20.

en ont réellement la forme : le taux de natalité est élevé. Dans les pays développés au contraire, la base de la pyramide est presque rectangulaire, le taux de natalité étant plus faible. La pyramide des âges en France porte encore la marque des pertes militaires de 1914-1918, du déficit des naissances consécutif à cette guerre, et enfin du déficit des naissances dû à la guerre de 1940. Le premier travail de modélisation consiste à évaluer le nombre de naissances pour une période de cinq ans. On suppose par exemple qu'il y a 90 naissances pour 1 000 femmes âgées de 20 à 24 ans. Les divers taux sont des évaluations, que l'on peut faire évoluer à loisir. Le nombre de naissances par tranche d'âge est égal au nombre de femmes dans la tranche d'âge, multiplié par cinq fois le taux.

Le calcul itératif facile

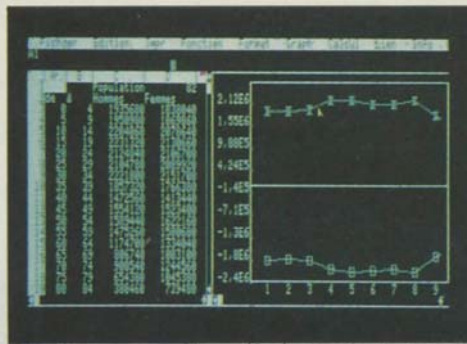
Sauf guerre ou changements catastrophiques, le nombre de décès est beaucoup plus facile à évaluer. Le calcul se fait avec un taux qui est la probabilité de survie, dans les 5 ans, dans la tranche d'âge considérée. Les progrès dans ce domaine sont lents et les taux sont bien connus. On sait qu'en 1980 par exemple, il y a deux décès pour 1 000 hommes à 20 ans, et seulement 0,6 décès pour 1 000 femmes.

Le nombre de personnes de 20 ou 25 ans à un moment donné est égal à la population de la tranche 15-20 ans, multipliée par le taux de mortalité cumulée sur cinq ans pour cette

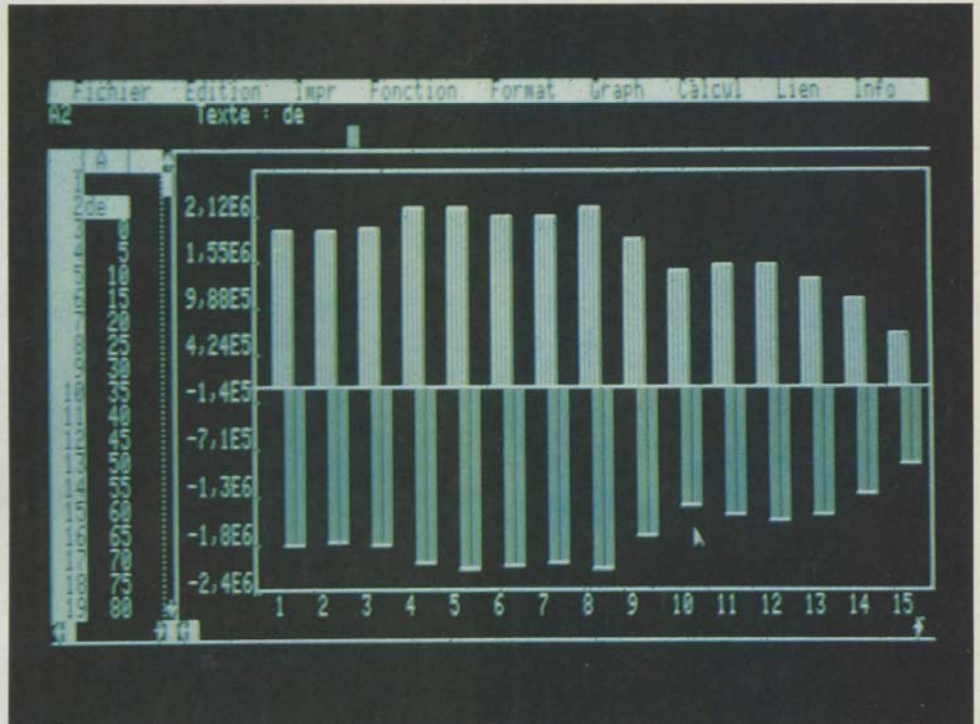


Avec les hypothèses du modèle, la pyramide des âges perd ses irrégularités vers l'an 2020.

tranche. Une fois posée l'équation, on la répète pour toutes les tranches d'âge, et pour les hommes et les femmes. On obtient ainsi la nouvelle pyramide des âges, pour les cinq ans suivants. Un avantage du tableur utilisé, Version Calc, est de pouvoir lancer un calcul itératif. Ainsi, sous réserve de remettre comme population de départ la population calculée, on peut faire tourner le modèle indéfiniment. Une série de chiffres qui change sans arrêt n'est pas très parlante, mais Version Calc offre un atout décisif : l'écran se partage en deux, et dans l'une des fenêtres, on peut faire apparaître la pyramide des âges. A chaque itération du calcul, la pyramide se redessine automatiquement. Ainsi, ce tableur rend possible un rêve que bien des démographes ont dû faire : voir immédiatement et à long terme, les conséquences d'une hypothèse, faite à par-



Version Calc permet une représentation par courbe de grandeurs numériques, dans une fenêtre ouverte à l'écran.



Voici la pyramide des âges, telle qu'elle ressort du recensement de 1982.



Version Calc affiche en même temps le graphique et le tableau : en cas de calcul répétitif, cette possibilité est fascinante.

tir de nombres réels. L'intérêt du tableur vient de la rapidité du calcul et de la facilité d'une modification d'hypothèse.

Ce jeu avec le modèle permet de tester sa sensibilité aux variations des différentes grandeurs. Les experts en modélisation utilisent l'expression "choquer une variable" pour désigner l'étude de l'influence d'une variation brusque. Pour le modèle de population, il est frappant de vérifier que la moindre modifica-

tion sur le taux de naissance bouleverse complètement la forme de la pyramide.

Par contre, la mortalité est une variable moins critique. On peut trouver une explication pratique : la mortalité des femmes étant déjà très basse durant toute la période de fécondité, une augmentation de l'espérance de vie n'aurait en pratique pas de conséquences sur les générations à venir, mais seulement sur le nombre de personnes vivantes à un moment donné. Cette réflexion est peut-être triviale pour un démographe, mais la manipulation du modèle donne une appréhension expérimentale du phénomène. Une autre utilisation possible est de modifier la

population, pour introduire la pyramide des âges d'un autre pays, avec d'autres taux.

Modèles pour tous

Mais l'avantage principal du tableur est son incroyable souplesse. Si je décide, par exemple, de tester l'hypothèse que le nombre des hommes influe sur la natalité, je peux en quelques minutes ajouter une corrélation. Sur l'exemple de la pyramide des âges, on voit maintenant mieux ce qu'est un modèle. C'est un ensemble de données reliées entre elles par des équations. Le temps joue un rôle dans la variation des résultats. Le but du tableur n'est pas seulement de faire des modèles, mais grâce aux tableurs, la modélisation est à la portée de n'importe quel possesseur de micro-ordinateur. Bien entendu, la population n'est qu'un exemple, et le modèle peut porter aussi bien sur vos finances familiales que sur celles de votre société : voilà pourquoi les directeurs financiers sont les plus grands utilisateurs de tableur.

Marc FREMONVILLE