

L'extension des années à quatre chiffres oblige les programmeurs à refaire la mise en page des rapports, des formulaires ou des affichages d'écran. En outre, les logiciels qui utilisent les données des programmes corrigés doivent aussi être modifiés, même s'ils ne contiennent pas de dates. Ainsi, dans une base de données d'une entreprise où les noms des employés sont enregistrés dans les colonnes 1 à 30, leurs dates de naissance dans les colonnes 31 à 36, les salaires dans les colonnes 37 à

42, et ainsi de suite, si on allonge les dates de naissance pour loger les quatre chiffres des années, les informations relatives aux salaires et toutes les données suivantes seront décalées de deux colonnes vers la droite. On devra donc modifier tous les programmes qui récupèrent ces informations.

Les évolutions rapides de l'informatique compliquent aussi l'ajout des deux premiers chiffres aux années. Les programmeurs travaillent, en général, sur le «code source» des programmes,

qu'ils écrivent dans des langages relativement compréhensibles, tels le COBOL et le langage C. Le code source est ensuite traduit, par un programme nommé compilateur, sous une forme purement numérique, nommée module objet, que l'ordinateur exécute. Or, les compilateurs évoluent rapidement, et des techniques de programmation acceptées par un compilateur d'il y a quelques années peuvent être rejetées par les compilateurs d'aujourd'hui : d'anciens codes sources corrigés ne sont plus compilés correctement en un nouveau module objet, à moins d'être modifiés encore plus profondément.

Pis encore, de nombreuses entreprises ont perdu des parties de leurs codes sources. Bien que le volume de programme perdu reste en général inférieur à trois ou quatre pour cent, l'absence de cette partie est parfois très gênante, car elle impose la modification fastidieuse des modules objets. Les programmeurs doivent alors recréer le code source, soit à partir de documents de travail (mais la documentation manque souvent), soit à partir du module objet (un travail comparable à la reconstitution d'un cochon à partir d'une saucisse).

Enfin, lorsque le code source a été modifié et recompilé, on doit le tester à nouveau. Les révisions de logiciels introduisant presque toujours de nouveaux bogues, la vérification des programmes modifiés constitue aujourd'hui le plus gros du travail de leur mise en conformité.

Au début des années 1990, l'extension des années à quatre chiffres semblait être la meilleure solution contre le bogue de l'an 2000, mais la nécessité de recompiler tout programme qui se réfère à une date dans un fichier quelconque, même s'il ne réalise pas de calcul de dates, a rendu cette méthode trop onéreuse et trop longue pour la plupart des entreprises (cette modification reporte en outre le problème à l'an 10 000, mais cette fois nous avons le temps).

Une fenêtre pour l'avenir

Une autre solution consiste à enseigner aux ordinateurs que, lorsqu'une valeur désigne une année, 00 signifie 2000. Les programmeurs ont mis en œuvre cette idée par une technique nommée fenêtrage. Ils séparent les nombres de 00 à 99 en deux groupes, de part et d'autre d'un nombre pivot : les années dont les deux derniers chiffres sont

Le contentieux

Des caisses enregistreuses informatisées d'un hypermarché du Michigan tombaient en panne lorsque des clients utilisaient une carte de crédit qui expirait en 00. L'hypermarché a intenté un procès au fabricant des caisses.



Chip East, Sygma

1. LES PROGRAMMEURS s'activent pour corriger les problèmes du bogue de l'an 2000. Dans cette «usine» informatique de Caroline du Nord, plus de 250 informaticiens corrigent des millions de lignes de programmes chaque mois. La majeure partie de ce travail concerne les 500 entreprises les plus riches des États-Unis.

supérieurs ou égaux à ce pivot sont attribuées au siècle en cours (si le pivot est 45, par exemple, 68 devient ainsi 1968) ; les autres années sont attribuées au XXI^e siècle (13 devient 2013).

Pour appliquer cette technique, on doit d'abord chercher dans le code source tous les calculs qui utilisent des dates, puis les modifier convenablement. Les données n'étant pas modifiées, le fenêtrage nécessite moins de travail que l'extension à quatre chiffres ; c'est aujourd'hui la technique la plus utilisée.

Le fenêtrage a toutefois des inconvénients. Il est évidemment inapplicable pour les données qui s'étendent sur plus de 100 ans, telles les dates de naissance et les baux de longue durée. En outre, le choix de pivots différents pour deux programmes qui échangent des informations est source d'erreur. Ainsi, 25 peut être un bon pivot pour un programme qui traite les factures d'une société fondée en 1928, tandis que le programme qui gère les projections des ventes à long terme dans la même société pourrait utiliser un pivot de 70 : si ces deux programmes communiquent, l'année 2031 risque de devenir 1931, ou *vice versa*, ce qui peut perturber les calculs.

Pour compliquer les choses, les programmeurs ont aussi depuis longtemps utilisé des fenêtres déplaçables, c'est-à-dire des pivots qui changent en fonction du temps. Cette stratégie est valable pour certains types de programmes, tels ceux qui traitent les hypothèques de 30 ans sur l'immobilier. Pour de telles applications, le pivot pourrait être fixé à 40 ans à compter de l'année en cours. Manifestement, il est impératif de conserver une trace des pivots déplaçables, afin d'éviter tout éventuel conflit avec d'autres systèmes. En outre, les programmeurs doivent tenir compte du fait que la représentation de l'année 1968 dans un programme avec un pivot de 70 nécessitera une adaptation supplémentaire du logiciel (car 68 signifie 2068 dans ce cas).

Les cycles du calendrier

Une troisième technique de résolution du bogue de l'an 2000 utilise l'arithmétique élémentaire. Considérons le calcul $00 - 99 = -99$. Si l'opération représentait 2000-1999, alors la réponse -99 serait fautive. Toutefois, $00 - 99$ est équivalent à $(00 + 7) - (99 + 7)$. Si cette expression est calculée avec des nombres à deux chiffres, elle donnera

$5 - 4 = 1$. Ainsi l'ajout de 7 à 00 et à 99 décale les deux dates dans le même siècle, de sorte que le calcul 2000 - 1999 peut s'effectuer correctement sur deux chiffres seulement.

Cependant, les dates sont plus que de simples nombres. Le 1^{er} janvier 2000 est un samedi, mais pas le 1^{er} janvier 2007. La solution consistant à ajouter 7 à toutes les années n'est pas admissible pour les programmes qui distinguent les différents jours de la semaine : on doit affiner la méthode. Comme une année normale a 365 jours, et que 364 est un multiple de sept, le jour de la semaine auquel tombe une date donnée se décale d'un jour par an, sauf en cas d'année bissextile ; sans ces dernières, on retrouverait les mêmes dates aux mêmes jours tous les sept ans. Comme la périodicité des années bissextiles est de quatre ans, le cycle est en fait de 28 ans (et, heureusement, 2000 est aussi une année bissextile, contrairement à 1900, 1800 et 1700, qui ne l'étaient pas) : le 1^{er} janvier 2000 sera donc un samedi, comme l'était le 1^{er} janvier 1972 et comme

D'autres dates à problème

Le 22 août 1999, le système de positionnement par satellite (GPS) reviendra à la semaine 0 après 1 023 semaines de fonctionnement.

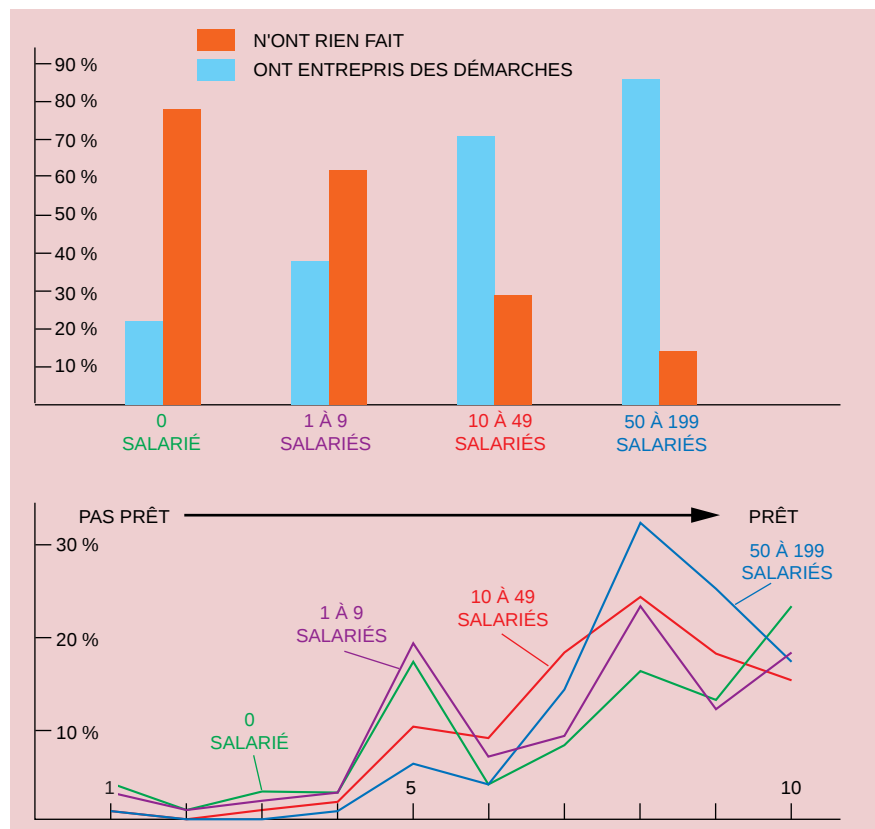
Le 19 janvier 2038, les systèmes Unix se dérègleront, car on sera 2³¹ secondes après leur date de mise en service, le 1^{er} janvier 1970.

Le 6 février 2040, les anciens ordinateurs *Macintosh* reviendront à la date du 1^{er} janvier 1904, soit 2³² secondes en arrière.



le sera le 1^{er} janvier 2028. Dans la technique dite d'«encapsulation», on ajoute donc 28 aux deux derniers chiffres des années avant de procéder à des calculs ; puis, une fois les calculs effectués, on retranche 28.

Bien que l'encapsulation résolve de nombreux problèmes, son emploi est compliqué dans certains calculs. Ainsi, quand un programme fonctionne en



2. LA PRÉPARATION DES PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES FRANÇAISES pour le passage à l'an 2000 a été évaluée en décembre 1998 par l'IFOP pour le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Les plus grosses entreprises sont celles qui ont le plus souvent entrepris des démarches pour adapter leurs systèmes techniques et informatiques (*en haut*). En revanche, toutes tailles confondues, ces entreprises estiment majoritairement qu'elles seront plutôt prêtes (*en bas, on leur a demandé de se noter de un à dix, de pas prête du tout à complètement prête*). Leurs dirigeants restent lucides : très peu osent affirmer qu'ils passeront l'an 2000 sans dommages.