



c
blanc situé à l'arrière de l'aile, fonctionnant comme un gouvernail de profondeur d'un avion, permet d'ajuster l'angle au vent de l'aile principale. Zefyr (d) est la dernière version monoplane de Walker Wing-



d
sail. Cette vue d'avion de Zefyr permet de voir les panneaux solaires installés à l'avant de son aile. Ils alimentent en énergie l'ordinateur de bord et le petit moteur qui détermine l'orientation de la dérive.

V. Radhakrishnan

alors en pierre tombale lorsqu'une voie d'eau perçait la coque. Outre cette diminution de la sécurité, les performances du navire étaient limitées par la longueur de la carène (en vertu de la loi de Froude) : dépasser la vitesse de vague équivalait à courir avec un boulet attaché à la cheville.

Mais le pire est que, contrairement au lest humain (ou tout autre lest mobile) capable de fournir un (contre) moment de gîte même lorsque le navire est horizontal, l'action du poids fixé à la base du navire n'est proportionnelle qu'au sinus de l'angle de gîte. Aussi le bateau navigue-t-il dans une position artificielle hautement inconfortable pendant des jours, voire des semaines.

En revanche, les embarcations polynésiennes et mélanésiennes, grandes ou petites, qui utilisent des balanciers ou des doubles coques pour assurer leur stabilité, restent horizontales et sont insubmersibles. Durant des siècles, elles ont permis d'accomplir de vastes périple. On reconnaît, parfois avec beaucoup de réticences, que ces précurseurs des multicoques actuels présentent à de nombreux égards des qualités de navigation supérieures.

Une bien meilleure manière de contrecarrer le moment de gîte exercé par la voile serait d'engendrer un tel moment à l'aide d'un hydrofoil convenablement incliné et décalé par rapport à l'axe longitudinal de rotation du navire. Cet équilibre est réalisable même pour un angle de gîte nul et peut être ajusté pour suivre les variations de la vitesse du vent qui affectent à la fois la

vitesse du bateau et le moment de gîte. Les hydrofoils multicoques sont habituellement conçus de cette manière, ce qui leur permet d'atteindre en toute sécurité des vitesses fantastiques tout en gardant leur quille verticale!

Nous avons mentionné qu'il faut du vent pour extraire de l'énergie du mouvement relatif de l'air et de l'eau. Le vent est la seule chose qui soit imposée ; le choix de la forme des voiles ou du navire, autrement dit des portions situées au-dessus et en dessous de la ligne de flottaison, ne dépend que de l'inventivité du concepteur. Un certain nombre d'expériences dans le domaine des vaisseaux à voiles futuristes ont déjà été effectuées. Nous allons les évoquer en conclusion.

La gîte d'un voilier tient en général au fait que la voile est fixée sur le mât, lui-même rigidement fixé au bateau. On peut assouplir cette contrainte et transformer la voile en un cerf-volant relié au navire par de simples cordages en un point situé légèrement au-dessus de la ligne de flottaison. Il n'y a alors plus de mât tiré sur le côté et responsable de la gîte. Cette forme de navigation à voile est utilisée par exemple lorsqu'une personne chaussée de skis nautiques tient un énorme cerf-volant dont elle contrôle la position à l'aide d'un cordage. Un tel dispositif, baptisé KITESKI, permet d'atteindre des vitesses supérieures à 72 kilomètres/heure sous fort vent. La figure 6 montre les diverses forces en action sur ce système lorsque les skis ont une vitesse d'environ 90 kilomètres/heure.

Le lien avec l'eau n'est pas nécessairement un corps glissant à sa surface, comme des skis ou des coques, mais pourrait être un sous-marin guère plus soumis à la résistance de vague que les dauphins ou les requins. Le marin ou le pilote se trouverait dans le sous-marin. Dans une option plus intéressante encore, le pilote est suspendu à un cerf-volant, ou monté à bord d'un ballon ou d'un objet volant analogue, relié à une sorte d'ancre traînant dans l'eau à l'extrémité d'un câble. Didier Costes a déposé plusieurs brevets sur de tels dispositifs baptisés *Chiens de mer*. Un aviateur survolant une masse d'eau et contraint de quitter son avion en sautant en parachute pourrait larguer un tel dispositif au bout d'une corde avant d'atteindre la surface de l'eau et utiliser la force exercée par le vent sur son parachute pour se maintenir hors de l'eau. En outre, cet «aquaviateur» pourrait, en contrôlant le dispositif au dessus de lui et celui en dessous, se diriger vers un lieu où il pourrait atterrir.

Nombre de telles innovations sont actuellement au même stade que l'étaient, il y a quelques dizaines d'années, les multicoques, les hydrofoils et les ailes. Grâce à notre imagination féconde nous pouvons rêver d'un avenir prometteur.

V. RADHAKRISHNAN est Directeur Emeritus du Raman Research Institute à Bangalore.

Les ordinateurs passeront l'an 2000

PETER DE JAGER

De nombreux informaticiens avaient négligé le changement prochain de millénaire : ils n'ont utilisé que les deux derniers chiffres pour indiquer les années. Les corrections qui s'imposent aujourd'hui sont les plus longues et les plus coûteuses de l'histoire de l'informatique.



Dans *Alice au pays des merveilles*, le Chapelier fou demande : «Votre montre vous indique-t-elle quelle année nous sommes?» Alice répond : «Bien sûr que non, mais c'est parce que nous restons très longtemps la même année.» Les informaticiens ont longtemps raisonné comme Alice : pourquoi les dates dans les ordinateurs et dans les programmes indiqueraient-elles le siècle où nous sommes, alors que nous restons si longtemps dans le même siècle? Ils ont donc représenté les années avec deux

chiffres seulement : 55 pour 1955, et 23/10/76 pour le 23 octobre 1976.

Il y a quelques décennies, ils avaient d'excellentes raisons pour procéder ainsi : les ressources informatiques étaient restreintes, la mémoire des ordinateurs coûtait cher, les données étaient enregistrées sur des cartes perforées à 80 colonnes seulement, et la saisie des dates avec deux chiffres en moins faisait gagner du temps. L'absence de normes a favorisé la pérennisation de cette pratique même quand les ressources informatiques sont devenues pléthoriques, car nous avons été nombreux à croire (à tort) que les programmes que nous écrivions seraient hors d'usage bien avant le nouveau millénaire.

Le «bogue de l'an 2000» est directement imputable à cette négligence. Les ordinateurs sont aujourd'hui truffés de représentations ambiguës de dates. Comment sauront-ils si 00 signifie 1900 ou 2000? La confusion a déjà provoqué des erreurs. En 1993, la Société *Boeing* en a relevées dans un programme qui traite des commandes dont le délai d'exécution est de sept ans. Un programme de la Société *Amway*, qui fabrique du savon et des produits d'hygiène, a rejeté des matières premières qu'il considérait, à tort, comme périmées depuis presque un siècle. Des caisses enregistreuses se sont bloquées lorsque des clients ont utilisé leur carte de crédit, dont la durée de validité expirait en 00. Selon une étude effectuée il y a un an, plus de 40 pour cent des sociétés ont déjà souffert au moins une fois du bogue de l'an 2000.

Comment ces problèmes apparaissent-ils? Supposons un dépôt sur un compte d'épargne effectué en 1999, et un retrait en 2000. Si le programme qui gère les comptes de la banque calcule les intérêts acquis en soustrayant 99 de 00, l'ordinateur considère que la durée de dépôt est de -99 ans.

D'autres erreurs sont plus graves : les compagnies d'assurances doivent archiver les contrats annuels qui n'ont pas été consultés depuis plus de cinq ans. Pour identifier les polices inutiles, certaines utilisent des programmes qui se fondent sur la dernière date à laquelle elles ont été consultées : on ajoute cinq aux deux chiffres de l'année et, si le résultat est inférieur à l'année en cours, on archive le contrat. Ainsi, si le dernier accès date de 1993, 93 plus 5 est inférieur à 99, et le contrat est archivé. Toutefois, si le dernier accès date de 1996, le programme calcule 96 plus 5, soit 01, qui est inférieur à 99 : le contrat est indûment archivé. De telles erreurs semblent caricaturales, mais elles se sont déjà produites.

Le bogue de l'an 2000 peut aussi avoir des conséquences fatales. Si un médecin code par deux chiffres seulement l'année de naissance d'un enfant dans un programme qui détermine le dosage de médicaments, il risque d'administrer une dose recommandée pour un centenaire, probablement mortelle pour le nourrisson.

Voilà l'essence du bogue de l'an 2000 : on a mal codé les années, et les problèmes commencent à surgir dans tous les domaines. De nombreuses entreprises ont simplement

Quelques erreurs qui se sont déjà produites

La Société d'assurance-vie *Unum* a perdu 700 enregistrements d'une base de données de ses courtiers, parce qu'un ordinateur a confondu 00 et 1900.

Une centenaire, Mary Bandar, a reçu une convocation de la maternelle de Winona, au Minnesota.

En 1993, la Société *Boeing* a subi les conséquences d'une erreur dans un système de gestion des commandes : celles qui étaient planifiées sept ans à l'avance n'étaient pas enregistrées.

Dans une usine de la Société *Amway*, un système informatique commandant le mélange de produits chimiques a rejeté un lot de composés parce qu'il considérait que la date de péremption était 1900.



remplacé les programmes défectueux par d'autres où le codage a été amélioré, mais, pour les systèmes qui contiennent des puces électroniques (voir l'encadré de la page 82), cette stratégie a parfois été la seule possible. Mais remplacer les myriades de logiciels utilisés coûterait trop cher et prendrait trop de temps. Comment éviter les catastrophes?

2 + 2 = 4

La solution la plus évidente est l'ajout des deux chiffres manquants. Toutefois, sans parler de la difficulté technique du remplacement de milliards de données dans les fichiers des sociétés multinationales, la mise en œuvre de cette solution nécessite une reconnaissance des dates. Cette difficulté est considérable : avant d'ajouter deux chiffres aux années, on doit d'abord repérer les chiffres qui indiquent une date. Or les ordinateurs ne savent pas quelle information représentent les chiffres qu'ils enregistrent. La signification des données est attribuée par les humains et n'est compréhensible que d'eux. Les programmeurs n'ont pas suivi de normes lorsqu'ils ont créé les noms identifiant les dates : ceux-ci sont explicites, tels DATE_DE_NAISSANCE

ou DATE_DEBUT_EMPLOI, ou non, tels SNARK ou WUMPUS.

On ne peut pas non plus se fier totalement à l'information numérique. L'une des méthodes consiste à passer au crible les données et à choisir les triplets de colonnes avec des valeurs comprises entre 1 et 31, puis entre 1 et 12, puis entre 0 et 99 : on suppose que la dernière colonne contient une indication d'année. Malheureusement, cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée. Les valeurs comprises entre 0 et 99 peuvent représenter des

pourcentages. En outre, les deux derniers chiffres des années sont souvent noyés dans d'autres données, par exemple dans de longs numéros de série.

Des informaticiens ont mis au point des programmes de recherche automatique des dates. Parmi les plus perfectionnés, certains utilisent un raisonnement déductif et atteignent des pourcentages de réussite étonnants, mais ils commettent tous quelques erreurs.

En outre, le dépistage des dates n'est que la première étape de la correction.

