

---

**COUVERTURE**

---

*Carte géologique d'un champ de pétrole*

---

*établie à partir des mesures de logging. Cette carte*

---

*a été dessinée au moyen d'un traceur*

---

*Applicon à quatre couleurs.*

---

# SCHLUMBERGER LIMITED

<b>EN BREF</b>	<b>1981</b>	1980	1979
CHIFFRE D'AFFAIRES	\$5.977.938.000	\$5.137.115.000	\$3.641.438.000
BÉNÉFICE NET	\$1.265.975.000	\$ 994.347.000	\$ 658.936.000
BÉNÉFICE NET PAR ACTION	\$4,37	\$3,47	\$2,30
DIVIDENDE DÉCLARÉ PAR ACTION	\$0,77	\$0,63	\$0,49

**E**n 1981, le bénéfice net après impôts a franchi le cap du milliard de dollars. Combien nous sommes loin des chiffres que j'ai connus à mon arrivée chez Schlumberger, il y a quelque trente ans. Beaucoup de chance, des circonstances favorables, beaucoup de travail aussi; il a fallu une combinaison de tout cela pour en arriver là.

En 1981, le bénéfice net s'est élevé à 1,27 milliard de dollars, c'est-à-dire une progression de 37% par rapport à l'année précédente, compte non tenu du profit exceptionnel réalisé sur la vente des actions Rowan à la fin de l'année 1980. Sur des bases comparables, la progression du chiffre d'affaires, tout proche de 6 milliards de dollars, est de 19%.

Si on l'analyse par trimestre, notre activité a connu deux temps forts: au début et à la fin de l'année. La progression du bénéfice net a été de 42% pour le premier trimestre, de 27% pour le second, de 36% pour le troisième et de 44% pour le quatrième (en excluant le profit sur la vente Rowan).

---

Tout au long de l'année, les facteurs économiques qui gouvernent nos entreprises n'ont guère varié.

L'activité du secteur Pétrole est demeurée constamment très forte sur tous les continents. Seul, peut-être, le Canada fait exception dans un concert dominé par la recherche fiévreuse de nouvelles découvertes et de mise en valeur de champs de pétrole et de gaz par les compagnies de pétrole du monde entier, qu'elles appartiennent au secteur privé ou au secteur public.

Si les services de mesure dans les sondages—le logging—ont ainsi bénéficié d'une croissance spectaculaire, ils ont été suivis de très près par toutes les autres sociétés de services pétroliers.

Fairchild a perdu de l'argent cette année. Pas des sommes spectaculaires, ce n'est néanmoins ni sain, ni plaisant. Dans l'histoire de Schlumberger, il faudrait remonter pas mal d'années en arrière pour trouver une importante unité opérationnelle en déficit. Ce n'est pourtant pas une surprise. Bien que l'industrie des semi-conducteurs traverse aujourd'hui une crise sévère, nous avons accéléré la mise en oeuvre du programme d'investissement, augmenté le budget de recherche et des études, et renforcé l'équipe de direction.

Le secteur Mesure et Régulation a été bénéficiaire, bien que le climat économique ait été affecté par le ralentissement de l'activité aux États-Unis et par les mouvements des taux de change en Europe.

Dans une mesure moindre, deux autres facteurs ont contribué à faire de 1981 une année record. En premier lieu, le taux global d'imposition a baissé de 3 points en pourcentage par rapport à l'année dernière. Cette diminution a deux causes: nos bénéfices ont été proportionnellement moins élevés dans les pays à forte fiscalité; d'autre part, nous avons bénéficié de crédits d'impôts aux États-Unis et au Royaume-Uni. Le second facteur est que l'augmentation des liquidités et la hausse des taux d'intérêt ont augmenté nos recettes financières. Quoique les investissements en machines, usines, équipements, se soient élevés en 1981 à plus d'un milliard de dollars (un autre record), les liquidités ont augmenté de près d'un quart de

milliard de dollars. En fin d'année, 1,66 milliard de dollars était investi à court terme.

---

Un actionnaire m'écrivait récemment: "Plus vos résultats sont brillants, plus les bénéfices augmentent et plus votre action baisse. Pourquoi?" Je ne suis pas un expert en matière de Bourse et je ne comprends pas toujours les réactions de Wall Street. Je pense néanmoins que le public a deux sujets de préoccupation pour l'avenir:

Comment va évoluer le prix du pétrole brut?

Comment va évoluer l'économie américaine?

Il n'y a pas si longtemps, les médias prédisaient la fin de notre civilisation industrielle parce que le pétrole allait bientôt manquer. Aujourd'hui, dans ces mêmes médias, il n'est question que de surproduction de pétrole. Il y a un temps extraordinairement bref pour passer du trop au trop-peu, de la pénurie au surplus. J'écrivais il y a deux ans, presque jour pour jour: "Trente années dans l'industrie pétrolière m'ont donné une conviction très simple. Pour trouver du pétrole, il faut le chercher; si on le cherche, on en trouve. On a commencé à chercher et on commence à trouver." Ainsi va le monde, dominé par les cycles. Il est hors de doute que les hausses, massives et répétées, du prix du pétrole ont à la fois donné un coup de fouet à la recherche et un coup d'arrêt à la demande. Le ralentissement de l'économie mondiale a accéléré ce processus. Va-t-on vers un effondrement du prix du pétrole brut, vers la disparition du cash flow des sociétés pétrolières, vers l'arrêt des programmes d'exploration? Le risque existe et il effraie la Bourse. Mais est-il vraiment grave, est-il menaçant? Naturellement je n'ai pas la réponse, mais de nombreuses années d'expérience peuvent aider à discerner quelques lignes de force.

— Au prix mondial du pétrole aujourd'hui, la recherche du pétrole aux États-Unis est exceptionnellement rentable. Il faudrait une forte baisse des prix pour qu'elle cesse de l'être.

— Il y a dix ans, en dehors de l'Amérique du Nord, la liste de nos dix clients les plus importants comptait neuf sociétés pétrolières du secteur privé et une seule société nationale. L'année dernière, cette même liste comptait neuf sociétés nationales et une seule société privée. Seule une baisse sévère des prix du brut pourrait conduire les sociétés nationales à changer radicalement leurs programmes d'exploration. Un grand nombre de pays luttent pour leur indépendance énergétique, comme ils ont lutté pour leur indépendance politique. Ils continueront, même dans une période de surproduction temporaire du pétrole.

— L'Arabie Saoudite a joué un rôle déterminant dans la stabilisation du prix du brut à l'époque où de nombreux experts parlaient d'un prix de 40 ou même de 50 dollars le baril. Je crois que l'Arabie Saoudite a les moyens et la volonté de jouer ce même rôle au moment où des pressions inverses s'exercent sur les prix.

---

Il est toujours facile de suivre le courant ou la mode. Il est toujours théâtral de prédire des catastrophes. Je ne

crois pas personnellement à l'effondrement du prix du pétrole brut.

Je suis davantage préoccupé par l'état de l'économie américaine que par la surproduction de pétrole. L'année 1981 a été pour de nombreuses branches d'activité, y compris l'électronique, une année de repli, de récession. C'était un repli ordonné, sans nervosité. Les semi-conducteurs ont été touchés plus sévèrement parce qu'une forte érosion des prix s'est ajoutée à la réduction des commandes et des ventes. Il n'y a cependant eu ni peur ni panique. Mais en janvier et février, le climat a changé. Le monde des affaires est devenu profondément inquiet. La raison en est simple: l'économie américaine ne peut fonctionner, sauf pour des périodes brèves, avec des taux d'intérêts qui dépassent 15%. Il se produira tôt ou tard une rupture.

À nouveau, il est trop facile de jouer les Cassandre. Le pire n'arrivera pas; le prix du pétrole brut ne s'effondrera pas et l'économie américaine ne s'enfermera pas dans une crise grave et longue. Il n'empêche que l'année 1982 sera difficile.

---

Pendant ce temps, la vie continue. Dans la vie quotidienne de notre entreprise, trois objectifs immédiats méritent d'être rapportés.

■ Les services de logging "Wireline" demeurent notre activité la plus importante et la plus bénéficiaire (45% du chiffre d'affaires d'exploitation de 1981). C'est aussi celle qui progresse le plus rapidement (38% d'augmentation en 1981). L'automne dernier, une structure nouvelle a été décidée. Cette nouvelle organisation a été annoncée ainsi:

"L'organisation fondamentale des services de logging "Wireline" n'a pas vraiment varié au cours des trente dernières années. Elle a grandi, elle a été décentralisée, mais la structure n'a pas changé. Deux centres principaux, Houston et Paris, pour l'exploitation, les études et la fabrication, et un laboratoire central de recherche à Ridgefield, dans le Connecticut.

Pour assurer les services de logging en pleine expansion, pour poursuivre la décentralisation, pour bénéficier des progrès techniques et industriels des pays hors de l'Europe et de l'Amérique du Nord, un nouveau centre sera créé au Japon. Ce troisième centre, comme les deux autres, comportera des installations d'études et de fabrication et assurera la coordination de l'exploitation sur le terrain.

La nouvelle organisation des services de logging "Wireline" est la suivante:

- Wireline Amérique du Nord: États-Unis et Canada. Centre de fabrication des équipements à Houston; centres d'études à Houston et à Austin, Texas;
- Wireline Atlantique: Europe, Amérique latine et Afrique. Centre de fabrication des équipements et centre d'études à Clamart;
- Wireline Asie: Moyen-Orient, Extrême-Orient, Australie. Un centre de fabrication des équipements et un centre d'études seront créés au Japon;
- Un laboratoire central de recherche à Ridgefield, Connecticut."

Il s'agit là, certes, d'une étape importante dans l'évolution de l'organisation des services de logging. Mais cela va plus loin. Cette organisation préfigure un schéma qui sera progressivement appliqué et étendu, au cours des dix années à venir, à nos principales branches d'activité: aux services de forage et de mise en production, aux semi-conducteurs, aux systèmes de test automatique, aux systèmes assistés par ordinateur, aux équipements pour la gestion de l'énergie électrique. Au fur et à mesure que nous nous développerons, et pour chacune des principales branches d'activité, un groupe restreint de responsables définira à l'échelle mondiale les options fondamentales et les orientations à long terme, assurera la coordination de la recherche et sera responsable du contrôle financier.

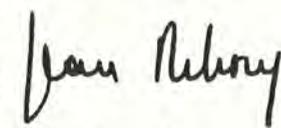
■ Ce mois-ci, neuf hommes de Schlumberger sont morts lorsque la plate-forme semi-submersible, Ocean Ranger, a sombré au large de Terre-Neuve. Le plus âgé avait 31 ans, le plus jeune 24 ans. Nous savons depuis des années que la recherche pétrolière est un métier dangereux. Des puits font éruption, des plates-formes disparaissent dans les tempêtes. À terre, conduire sur les routes est dangereux. Nos ingénieurs et nos opérateurs conduisent pendant de longues heures pour atteindre les lieux de forage. Ils sont jeunes, ils sont pleins d'enthousiasme et ils ne connaissent pas la peur. Les problèmes de sécurité ne sont pas leur première préoccupation. Cela étant, nous avons décidé d'entreprendre une vaste campagne sur le thème de la sécurité.

■ Depuis le 12 janvier 1982, Applicon fait partie de Schlumberger. Applicon est une des premières sociétés dans le domaine de la conception assistée par ordinateur (CAO). Cette acquisition fait suite à celle de MDSI, un pionnier de la fabrication assistée par ordinateur (FAO), que nous avons faite l'an dernier. Les deux sociétés sont maintenant réunies sous une direction commune. Elles font partie d'une nouvelle unité de Schlumberger, désignée sous le nom de Systèmes assistés par ordinateur (SAO).

---

Les perspectives à long terme de Schlumberger n'ont pas changé. Ni la surproduction temporaire de pétrole, ni la crise de l'économie américaine ne modifient nos plans. Nous demeurerons pour longtemps la meilleure société de services pour l'industrie pétrolière. Nous referons de Fairchild l'une des entreprises les plus innovatrices de l'industrie des semi-conducteurs. Nous créerons de nouveaux équipements et de nouveaux instruments dans le secteur de la mesure et de la régulation. Nous serons au premier rang de la technologie des systèmes assistés par ordinateur.

Le 26 février 1982



Jean Riboud  
Président Directeur Général



## RÉSULTATS

**S**ervices de logging: mesure des propriétés physiques des formations souterraines en vue de la découverte et de l'évaluation des réservoirs de pétrole et de gaz; services pour le conditionnement et la mise en production des puits. Les services de logging sont effectués au moyen de sondes électroniques descendues dans les puits à l'extrémité d'un câble conducteur. Ils sont mis en oeuvre dans 78 pays.

Le chiffre d'affaires global des services de logging a augmenté de 38% par rapport à 1980.

En Amérique du Nord, le chiffre d'affaires a augmenté de 42% en raison du niveau élevé de l'activité de forage aux États-Unis: à la fin de l'année il y avait en service 4.530 appareils de forage soit une augmentation de 36%. Les progressions les plus importantes ont été enregistrées dans les secteurs d'Anadarko Basin (Oklahoma), de Williston Basin (montagnes Rocheuses), d'Austin Chalk (Texas) et, offshore, dans la partie orientale du golfe du Mexique. Le chiffre d'affaires des services de logging dans le continent nord-américain a fortement augmenté malgré une baisse sensible de l'activité au Canada, résultant de l'application du Programme énergétique national. En 1981, 214 appareils de forage ont été transférés du Canada aux États-Unis et le nombre de puits forés au Canada a diminué de 25%.

En Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine, le chiffre d'affaires des services de logging a augmenté de 35%. Les plus fortes progressions ont été enregistrées en Extrême-Orient (43%) et au Moyen-Orient (44%). Les pays

qui ont le plus contribué à cette croissance sont Abu Dhabi, l'Indonésie, l'Arabie Saoudite, le Mexique, l'Égypte, l'Italie et le Brésil.

En 1981, l'activité des services d'interprétation des logs par ordinateur a augmenté globalement de 50%. Cette croissance résulte d'un effort continu d'investissement pour développer les centres d'interprétation et les rapprocher des clients et aussi de l'extension de la gamme de services proposés aux clients.

Le remplacement des camions laboratoires par des camions CSU informatisés s'est poursuivi à un rythme rapide: 394 unités supplémentaires ont été mises en service en 1981. A l'heure actuelle, 83% de l'ensemble des opérations en trou ouvert sont effectués avec des unités CSU.

Un nouveau centre d'études a été ouvert à Austin, au Texas. Son activité portera sur l'instrumentation de surface, la télémesure par câble et la transmission des données. Lorsque les installations seront terminées en 1982, l'effectif du centre comptera plus de 100 ingénieurs et techniciens. La construction d'un centre permanent, représentant un investissement de 10 millions de dollars, est en cours.

En outre, un centre destiné à la fabrication des charges creuses explosives, utilisées pour la mise en production des puits de pétrole, a été ouvert à Rosharon, près de Houston, au Texas. Le centre, qui groupera 150 employés à la fin de 1982, aura pour fonction de développer et de fabriquer des charges creuses à hautes performances. La production envisagée pour 1982 est de plus de 800.000 charges, soit le double de celle de 1981.

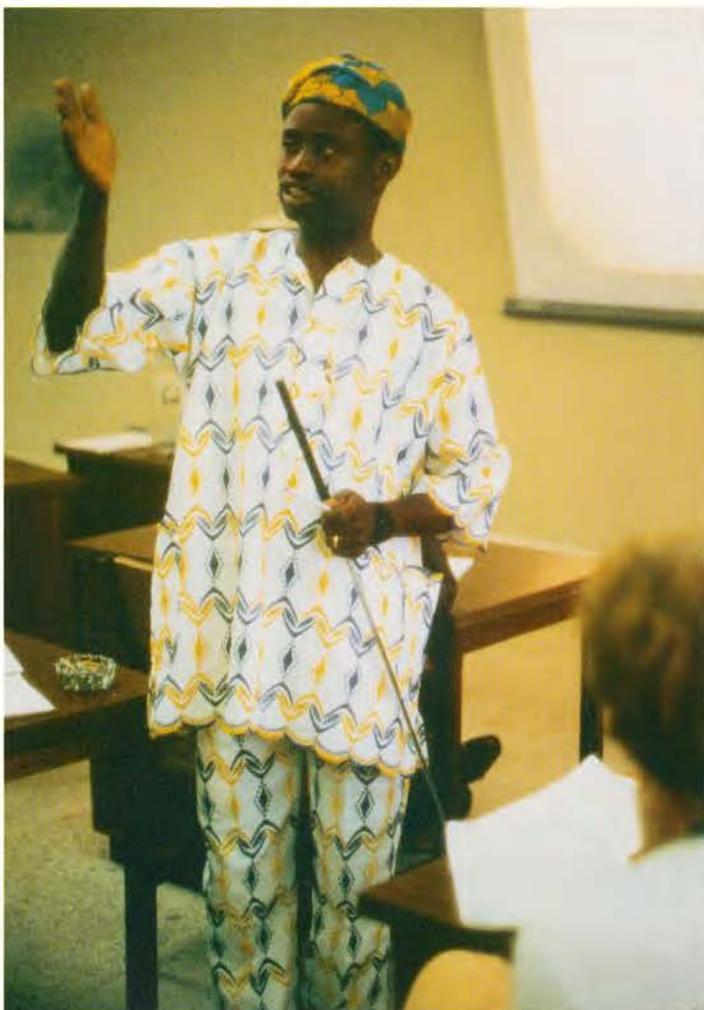
## LE RECRUTEMENT DES INGÉNIEURS DES SERVICES DE LOGGING

**A**u cours de la dernière décennie, l'activité des services de mesures dans les sondages, ou logging, a doublé tous les trois ans. En 1981, le chiffre d'affaires a dépassé 2 milliards de dollars. Pour faire face à cette croissance, il est nécessaire de recruter et de former chaque année de nouvelles équipes d'ingénieurs pour effectuer des mesures dans les puits de pétrole. Bien qu'à l'heure actuelle la demande d'ingénieurs diplômés dépasse largement l'offre, Schlumberger a recruté 1.300 ingénieurs de terrain en 1981 et devra en recruter plus de 1.450 en 1982. Le recrutement est donc une activité primordiale et permanente chez Schlumberger.

Le travail d'ingénieur des services de logging ne plaît pas à tout le monde. L'ingénieur qui vient d'être recruté doit commencer par apprendre son métier durant trois années d'études et de formation. Il peut être affecté dans tous les pays où l'on cherche du pétrole, et bien souvent dans des endroits isolés. Sur le lieu de forage, l'ingénieur



Sur le plancher d'un appareil de forage, à Covington, dans l'Oklahoma, un ingénieur, Dennis Jones, à droite, explique à un candidat, Ed Mollet, le déroulement d'une opération de logging.



Au centre de formation de Port Harcourt, Nigeria, le moniteur, Matthew Ikpoku, enseigne les techniques du logging à des ingénieurs récemment recrutés.

est souvent le seul représentant de Schlumberger. Il doit donc allier à des qualités de communication, l'autorité et la compétence. Lorsqu'il commence une opération de logging dans un forage, il doit demeurer à son poste jusqu'à ce qu'elle soit terminée, même si cela signifie 48 heures sans sommeil. Il faut à cet ingénieur un sens des responsabilités, un esprit d'initiative et une grande faculté d'adaptation. L'ensemble de ces qualités rend la tâche des recruteurs difficile.

Schlumberger emploie à temps complet 24 recruteurs travaillant dans les cinq continents. Ils sont choisis dans le peloton de tête des jeunes ingénieurs qui ont déjà eu trois ou quatre années d'expérience sur le terrain. Ils sont ainsi parfaitement qualifiés pour exposer objectivement et de façon convaincante la nature du travail proposé et ils personnalisent eux-mêmes le type de candidats recherchés. Leur mission les conduit à visiter plusieurs fois par an plus de 300 universités et grandes écoles. En moyenne, sur huit

étudiants interviewés et satisfaisant aux critères universitaires imposés, deux sont retenus et un seul est recruté.

Le plus souvent possible, le recruteur est accompagné d'un responsable des opérations quand il se rend dans les grandes écoles pour y rencontrer les étudiants et les délégués aux relations avec l'industrie. De leur côté, des membres du corps enseignant sont invités à visiter les centres Schlumberger sur le terrain ou les bureaux d'études où leur sont présentées les technologies les plus récentes. Un programme de stages d'été permet chaque année à une centaine d'étudiants de travailler avec des ingénieurs de logging, dans les champs de pétrole, avant leur dernière année d'études. Ils ont ainsi l'occasion de faire l'apprentissage de la vie de terrain; cela permet aussi à Schlumberger de se faire mieux connaître des étudiants.

Les services de logging de Schlumberger sont fournis dans 78 pays. La tâche des recruteurs est d'autant plus lourde que la politique de Schlumberger est d'engager des ingénieurs dans ces mêmes 78 pays; 40% des ingénieurs recrutés en 1980 et 1981, et affectés dans des régions autres que le continent nord-américain, sont originaires de pays en voie de développement. Aujourd'hui, 24% de l'ensemble des ingénieurs de terrain, travaillant en dehors de

l'Amérique du Nord, sont originaires de ces pays. Ils n'étaient que 10% en 1975.

Ces résultats n'ont pas été facilement acquis. Il a fallu, notamment, surmonter les différences de langue et de culture. Pour y parvenir, Schlumberger a affecté un certain nombre de recruteurs dans des pays en voie de développement et en a chargé d'autres de rechercher des ingénieurs, originaires de ces pays, qui poursuivent leurs études aux États-Unis ou en Europe. Après avoir été recruté, le nouvel ingénieur suit un stage dans l'un des 18 centres de formation Schlumberger répartis dans le monde. En excluant l'Amérique du Nord, un tiers des moniteurs de ces centres provient de pays en voie de développement, ce qui réduit les difficultés de communication et d'intégration que peuvent connaître les recrues de ces mêmes pays au cours de la période initiale de leur stage.

La qualité des services de logging dépend, en premier lieu, de l'ingénieur de terrain. Pour maintenir sa position dans ce domaine, Schlumberger doit continuer de recruter des ingénieurs de haut niveau. C'est grâce à eux, les futurs dirigeants de Schlumberger, que la Société pourra conserver sa capacité d'adaptation à un monde en mutation rapide.



*Une journée de recrutement à l'université du Texas, à Austin. La présence d'un camion laboratoire CSU et d'un instrument de logging (qu'on voit posé sur des chevalets) facilite les explications sur l'activité de l'ingénieur de terrain.*





## RÉSULTATS

**L**e chiffre d'affaires des Services de forage et de mise en production a augmenté de 28% en 1981. Cette progression, dont a bénéficié chaque société du groupe, est due à une forte activité qui s'est maintenue dans toutes les régions.

### SERVICES DE FORAGE

**Forex Neptune: forage sur terre et en mer.**

■ Le chiffre d'affaires a progressé de 28% par rapport à l'année dernière. À la fin de 1981, le parc du groupe Forex Neptune réunissait 56 appareils de forage sur terre et 17 appareils de forage en mer. Le coefficient moyen d'utilisation de ces appareils a été de 92%. En outre, la Société exploite sous contrat dix unités appartenant à des tiers. Trois plates-formes auto-élévatrices, Trident 6, 7 et 8, ont été mises en service pendant l'année. Une nouvelle plate-forme du même type, Trident 9, doit être livrée en mars 1982. Cinq appareils de forage sur terre ont été commandés. Des opérations de forage ont commencé aux États-Unis en mai 1981; quatre appareils y sont actuellement en service.

**Les Analystes: analyse des paramètres de forage recueillis pendant le forage en surface et au fond du trou.**

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 42% par rapport à 1980. L'activité a progressé particulièrement en Europe, en Afrique et en Asie, ainsi qu'en Amérique latine. En octobre, un nouvel équipement de surface, désigné sous le nom de *Total Concept III*, a été mis en oeuvre. Ce système permet une plus grande efficacité dans la présentation des données. En décembre, plusieurs opérations de mesures pendant le forage (MWD) étaient en cours dans le golfe du Mexique, en mer du Nord, et au large des côtes d'Espagne et de la Côte d'Ivoire.

### SERVICES D'ESSAI ET DE CONDITIONNEMENT

**Flopetrol: essais de production, mesures de pression, gestion de la production et reconditionnement des puits, en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine.**

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 27%; les plus fortes progressions ont été enregistrées en Extrême-Orient, au Moyen-Orient, dans la région méditerranéenne, au Venezuela et au Mexique. Les mesures de pression de haute précision, les essais de production des puits et les services des laboratoires PVT (pression, volume, température) ont fortement contribué à ces résultats.

**Johnston-Macco: essais de production, mesures de pression, gestion de la production, reconditionnement des puits et location d'outils de forage, aux États-Unis et au Canada.**

*Au centre de formation de Forex Neptune, à Pau, le moniteur, Christian Malle, expose aux stagiaires le fonctionnement d'une pompe à boue. De gauche à droite, Bruce Hamilton, Doug Kapps, Alain Boucher, Jacques Leblay et Gilbert Bizien.*

■ Le chiffre d'affaires a dépassé de 42% celui de 1980. Les services d'essais dans les puits et la location d'outils de forage ont enregistré les progrès les plus importants.

#### SERVICES DE POMPAGE

Dowell Schlumberger (filiale à 50%) : cimentation et stimulation des puits, forage directionnel, en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 23%, la plus forte progression ayant été enregistrée en Extrême-Orient, au Moyen-Orient et en Afrique. Deux nouveaux navires de stimulation, The Normand Providence et Bigorange 17, ont été mis en service en 1981, l'un en mer du Nord et l'autre au Brésil. Un centre de formation a été ouvert à Sharjah, dans les Émirats Arabes Unis.

## L'ÉCOLE DE FORAGE DE FOREX NEPTUNE

**F**orex Neptune, dont le parc comprend 73 appareils de forage sur terre et en mer, est aujourd'hui l'une des premières sociétés de forage. L'expansion de Forex Neptune a été rapide et la Société attache une grande importance au recrutement et à la formation de son personnel. Le principal centre de formation, qui a été agréé par l'Association internationale des entreprises de forage, est situé à Pau. En 1981, 210 recrues, dont 182 futurs foreurs et 28 ingénieurs, y ont fait des stages.

Forex Neptune recrute des jeunes gens sans expérience et leur apprend le métier. Le personnel enseignant réunit des chefs de chantier et des maîtres-sondeurs ayant une longue pratique professionnelle.

L'école de Pau comporte sur un vaste terrain des salles de classe et des ateliers couvrant quelque 800 m<sup>2</sup>. Les enseignants disposent d'équipements d'une valeur de trois millions de dollars pour mieux expliquer à leurs élèves tous les aspects du forage. Les installations extérieures comprennent deux appareils de forage et un sondage de 1.300 mètres, doté d'un système d'injection d'air permettant de simuler les éruptions. D'autres simulateurs, disposés dans les salles de classe, permettent de reproduire des accidents qui pourraient n'intervenir que rarement dans la carrière d'un foreur. Les élèves peuvent apprendre l'usage d'équipements identiques à ceux qu'ils auront à utiliser sur le terrain. Cette méthode conduit à de bons résultats sur le plan de la sécurité; les statistiques indiquent, en effet, que le nombre des accidents est en baisse quand il s'agit d'employés formés à l'école de Pau.

Les nouvelles recrues suivent d'abord pendant quatre semaines des cours les initiant aux différentes phases du forage. Ils doivent apprendre les tâches dont s'acquie une équipe de foreurs, se familiariser avec les règles de sécurité et connaître l'équipement. Les élèves ayant réussi les épreuves de sélection font un stage sur le terrain et chacun doit occuper successivement tous les postes de travail sur un appareil de forage. Un an plus tard, ils retournent à l'école pour deux semaines. Après deux ans encore, passés sur le terrain, ils suivent à nouveau des cours pour se

préparer à l'examen de maître-sondeur. Après l'avoir passé, certains d'entre eux seront appelés ultérieurement à suivre d'autres stages à Pau avant d'être promus chefs de chantier. Au cours de leur carrière, chefs de chantier et maîtres-sondeurs suivront périodiquement des stages d'une semaine pour assimiler les nouvelles techniques.

La formation des ingénieurs prend dix-huit mois, dont cinq à l'école de Pau; les ingénieurs suivent tous les cours donnés aux techniciens.

Il existe un autre centre de formation situé à Warri, au Nigeria; l'enseignement est dispensé par des Nigériens. Les 15 appareils de forage opérant actuellement dans ce pays sont manoeuvrés par un personnel nigérien, y compris les maîtres-sondeurs et les chefs-mécaniciens.

Étant donné le rythme d'expansion de la Société, de nouveaux centres de formation seront nécessaires. Deux écoles seront prochainement ouvertes en Extrême-Orient et en Afrique occidentale.

## ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE DES FLUIDES DES RÉSERVOIRS

**L**es sociétés pétrolières procèdent périodiquement à des essais dans les puits d'hydrocarbures. Ces essais interviennent après que, dans un puits foré, on ait découvert des zones d'hydrocarbures, ensuite pour suivre l'évolution de la production et, enfin, lorsque celle-ci décline, pour diagnostiquer les raisons de ce déclin et déterminer les mesures à prendre pour prolonger la vie du puits. Les essais de puits constituent une part importante de l'activité de Schlumberger dans les champs pétrolifères.

L'une des étapes importantes dans la vie d'un réservoir de gaz ou de pétrole se situe entre le forage des puits de découverte et l'installation en surface des équipements de production. C'est alors que l'on procède à des études pour évaluer les réserves et le taux de récupération, pour organiser les méthodes de mise en production des puits et, enfin, pour définir les installations de production du gisement. Certaines des données nécessaires à ces études préliminaires proviennent d'un ensemble de mesures faites en laboratoire sur des échantillons de fluides provenant du gisement. Il s'agit des mesures PVT — pression, volume, température. Flopetrol procède à ces mesures dans ses laboratoires situés en France, au Nigeria, dans les Émirats Arabes Unis et à Singapour.

Les échantillons de fluides sont généralement prélevés dans le puits, au niveau de la zone productrice, au moyen d'un échantillonneur qui est descendu dans le puits à l'extrémité d'un câble non conducteur. Les fluides recueillis dans l'échantillonneur sont sous pression et doivent être transférés dans des bouteilles spéciales pour être expédiés au laboratoire PVT. Il est possible également de prélever des échantillons de pétrole et de gaz au niveau du séparateur de production pendant l'essai d'un puits, et de les combiner ensuite en laboratoire pour reconstituer



*A bord de la plate-forme Rio Colorado au large des côtes argentines, Armin Breiting, un ingénieur de Flopetrol, à droite, dirige les essais de production d'un puits. Au cours de ces essais, on prélève des échantillons du pétrole et du gaz produits pour les faire analyser en laboratoire.*

le fluide initial. Flopetrol et Johnston-Macco fournissent des services d'échantillonnage des fluides au fond du puits et au séparateur, le premier en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine, le second en Amérique du Nord.

Au laboratoire, les échantillons font l'objet de diverses mesures physiques et chimiques. Le premier objectif est de simuler le comportement de ces fluides en fonction de l'évolution des conditions existant dans le réservoir, du démarrage de la production jusqu'au moment où le réservoir s'épuise et que la pression décline. L'autre objectif de ces essais est de déterminer la composition des hydrocarbures produits et leur valeur commerciale.

La plupart des mesures de laboratoire consiste à modifier la pression à laquelle est soumise l'échantillon, tout en le maintenant à une température constante. On observe alors les variations que subissent les volumes de la phase liquide et de la phase gazeuse. On analyse en outre la composition chimique des différentes phases.

Les échantillons de fluides sont placés dans des cellules de laboratoire à des températures et à des pressions similaires à celles existant dans le réservoir. Puis ils sont soumis à un certain nombre d'essais afin de déterminer:

- le point de bulle: c'est la pression à laquelle le gaz naturel dissous dans le pétrole brut se sépare, sous forme de bulles, du liquide;
- le volume du gaz dissous: le gaz se sépare du pétrole lorsque la pression diminue au-dessous du point de bulle jusqu'à atteindre la pression atmosphérique. Cet essai, que l'on appelle étude de déplétion du réservoir, permet de simuler le comportement des fluides durant la phase de production du gisement;
- le volume du gaz naturel et du pétrole brut stabilisé, que l'on peut récupérer lorsque le fluide du réservoir est "détendu" dans un séparateur; cet essai simule ce qui se produira en fait dans les séparateurs qui seront installés sur le champ de pétrole;
- la viscosité du pétrole brut à la pression et à la température du réservoir.

On effectue également des analyses chimiques du fluide initial du réservoir et des phases gazeuses et liquides qui se succèdent durant les études de déplétion et de séparation. Quelque 600 composants peuvent être identifiés.

## RÉSULTATS

**L**e chiffre d'affaires du secteur Mesure et Régulation-Europe a baissé de 4% en 1981. Exprimé en monnaies nationales, il a augmenté de 18%. Dans cette progression est inclus le chiffre d'affaires de Balteau International depuis le 1er juin 1981. Si l'on exclut Balteau, le chiffre d'affaires du secteur Mesure et Régulation-Europe, exprimé en monnaies nationales, a augmenté de 13%.

Les dépenses d'études et de recherche se sont élevées à 43 millions de dollars et les investissements ont atteint 67 millions de dollars.

Dans l'analyse qui suit, les comparaisons de chiffres d'affaires, d'une année à l'autre, sont exprimées en monnaies nationales.

**Enertec:** équipements liés à la distribution et au transport de l'électricité tels que compteurs, systèmes de régulation de la consommation, relais et transformateurs de mesure; instruments et systèmes, appareils d'acquisition de données et d'enregistrement magnétique.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 32%; la moitié environ de cette augmentation provient de la consolidation des résultats de Balteau à partir du 1er juin 1981. La vente des enregistreurs magnétiques, des systèmes de test automatique et des compteurs d'électricité a continué de progresser.

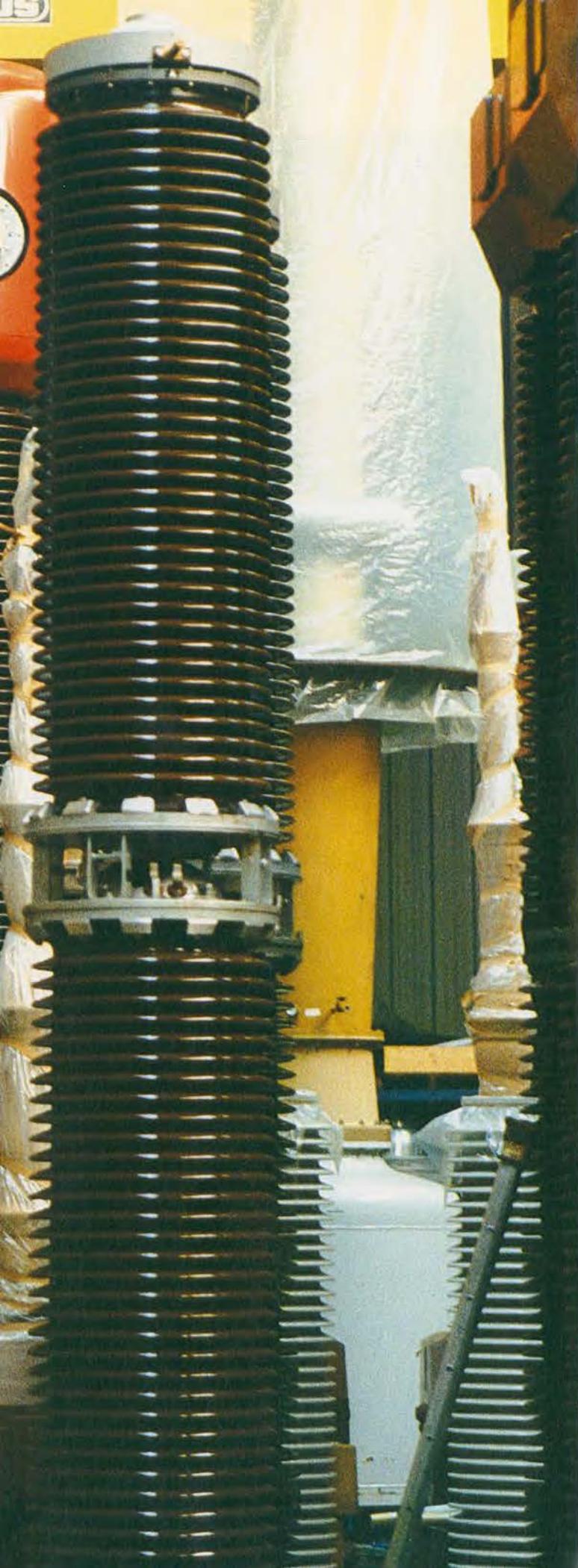
Un nouveau relais électronique pour la télécommande centralisée et un nouveau compteur mécanique d'électricité figurent parmi les principaux produits commercialisés en 1981.

**Flonic:** compteurs et équipements destinés à la distribution de l'eau et du gaz, mécanique de précision (métal et matière plastique), systèmes de paiement électroniques.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 3%; la crise qui affecte l'industrie du bâtiment en Europe a fait baisser les ventes de compteurs d'eau et de la robinetterie.

Les ventes d'équipements liés à la distribution du gaz en France, en Italie et en Allemagne ont baissé de 12% par suite du fléchissement des investissements industriels. Il s'agit de compteurs de gaz domestiques et industriels, et de postes de détente pour les réseaux de distribution.





Flonic a été sélectionné par un groupe de banques françaises pour réaliser une série pilote de la nouvelle carte de crédit mise au point par la Société pour le transfert électronique des fonds.

**Sereg:** équipements de contrôle industriel, robinetterie industrielle, vannes nucléaires et pétrolières.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 14%. Les vannes nucléaires à hautes performances ont enregistré la croissance la plus importante. De fortes ventes de vannes pétrolières ont également contribué à ce résultat.

**Division Services:** équipement et services liés à la distribution de l'eau, services d'entretien des chaudières, pompes à essence, canalisations industrielles.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 16% en raison surtout des activités liées à la distribution de l'eau et à l'entretien des chaudières à gaz. En outre, les commandes concernant l'installation de canalisations pour les centrales nucléaires ont progressé sensiblement.

**Division Internationale:** compteurs d'électricité, d'eau et de gaz et autres équipements fabriqués dans plusieurs pays d'Europe (en dehors de la France et du Royaume-Uni) et d'Amérique latine.

■ Le chiffre d'affaires, exprimé en dollars, a diminué de 8% en raison du raffermissement du dollar par rapport à la plupart des monnaies. La demande de compteurs d'électricité et de gaz a généralement été soutenue; les meilleurs résultats ont été enregistrés par l'Espagne et l'Autriche. Deux nouvelles usines ont été mises en service en 1981: l'une à Dordrecht, en Hollande et l'autre à Campinas, au Brésil.

**Division Royaume-Uni:** compteurs d'électricité et relais, instruments pour l'aéronautique et l'industrie, instruments électroniques, systèmes de simulation, capteurs, systèmes de test automatique.

■ Le chiffre d'affaires a augmenté de 6%, en dépit de la récession qui se poursuit au Royaume-Uni. Les secteurs des systèmes de test automatique de Membrain et des capteurs de Weston ont continué leur nette progression. Le volume des commandes a augmenté de 40%, dont une part importante pour l'exportation des systèmes de simulation de Solartron et d'équipements Membrain.

*Le bangar de montage des transformateurs de mesure de haut voltage à l'usine de Balteau, à Liège. André Gossin, sur l'échelle, achève la mise au point d'un transformateur de 800 Kv destiné à Edelca, une société de distribution vénézuélienne. Au milieu, on aperçoit des transformateurs de courant de 800 Kv commandés par Hydro-Québec et, à droite, des transformateurs de 400 Kv destinés à l'E.D.F*

## LES TRANSFORMATEURS DE MESURE

**L**a division Transformateurs de mesure et contrôle est un des principaux constructeurs de transformateurs de mesure. La division comprend Balteau International, une société acquise en mai 1981, qui groupe des usines en Belgique, au Royaume-Uni, aux États-Unis, au Mexique et au Brésil. La division comprend également une usine de transformateurs située à Gentilly.

Les transformateurs de mesure interviennent à tous les niveaux d'un réseau: à celui du générateur, des lignes de transport et des lignes de distribution. Ils servent à mesurer les intensités et les tensions du courant transporté sur les réseaux. Le rôle des transformateurs est de réduire ces données à des niveaux susceptibles d'être analysés par des appareils de mesure. La moindre déviation peut signifier un défaut sur le réseau; il faut donc que ces transformateurs puissent transmettre avec précision toutes les variations d'intensité ou de courant. Les instruments de mesure font partie du système de protection des réseaux destiné à couper le courant dès la détection d'un défaut. Le transformateur de mesure est un élément critique du système de protection puisqu'il est le seul intermédiaire entre la ligne et les instruments et qu'il est pratiquement impossible de parer à une défaillance du transformateur lui-même.

Sa construction doit donc faire l'objet d'une sélection de matériaux et de techniques qui assurent un fonctionnement sans défaillance pendant vingt ans dans les conditions d'environnement les plus difficiles.

La division produit une large gamme de transformateurs de mesure, à partir des mini-transformateurs de 600 volts d'un poids de 450 grammes jusqu'aux géants de 765.000 volts pesant 3.750 kgs et mesurant 6,75 mètres. Ces derniers sont utilisés dans des pays comme les États-Unis, le Canada et le Brésil où des tensions élevées permettent de transporter le courant sur de grandes distances avec peu de pertes.

Il existe plusieurs types de transformateurs de mesure: les transformateurs de courant, les transformateurs de tension et les combinés de mesure qui réunissent dans un même appareil les deux précédents.

Pour les réseaux électriques, on distingue trois types d'installation:

**BASSE TENSION:** les installations inférieures à 1.000 volts pour la distribution du courant domestique requièrent de nombreux transformateurs de courant.

**MOYENNE TENSION:** les installations moyenne tension de 3.000 à 60.000 volts pour les réseaux de production ou de distribution utilisent des transformateurs de courant et de tension. Les transformateurs sont installés en postes extérieurs ou en armoires intérieures.

**HAUTE TENSION:** les installations haute tension sont utilisées pour le transport de l'énergie électrique. Les réseaux à haute tension connaissent une expansion continue due en particulier à la création d'unités de production de grande puissance loin des centres consommateurs.

La division peut fournir des transformateurs de courant et de tension pour des tensions allant jusqu'à 800.000 volts et des combinés de mesure jusqu'à 230.000 volts.

Des efforts de recherche ont permis de construire des transformateurs résistant à des températures de  $-40^{\circ}$  et des unités résistant aux tremblements de terre. Au cours des dix dernières années, on a assisté au développement d'installations à haute tension où l'équipement, isolé par un gaz inerte, est placé dans une enceinte blindée. Balteau construit des unités de ce type et occupe une position importante dans ce domaine.

## ENERTEC ET LES ESSAIS EN VOL

**T**out passager d'un avion de ligne pris dans le mauvais temps peut voir à travers les hublots l'extrémité des ailes; en observant les "battements" qui présentent des écarts de plusieurs dizaines de centimètres, il se pose inévitablement la question: Est-ce normal? l'avion a-t-il été conçu pour supporter ces conditions?

La réponse à ces questions se trouve partiellement dans les calculs théoriques de conception mais surtout dans les essais en vol qu'a subis l'avion. En effet, depuis sa conception jusqu'à sa mise en service, tout nouvel avion ou hélicoptère subit de nombreux essais destinés à évaluer ses performances. Ces essais ont lieu après chaque modification de structure, chaque introduction d'un nouvel équipement, ou lorsque des conditions particulières d'emploi sont envisagées, telles que la desserte des plates-formes en mer ou l'apontage sur porte-avions.

La division Acquisition et enregistrement d'Enertec fournit des systèmes complets d'essai en vol destinés aussi bien aux constructeurs qu'aux organismes nationaux de certification.

D'une façon générale, les principaux essais concernent les moteurs, l'avionique, le réseau électrique de bord, les organes de pilotage et les structures; dans ce dernier domaine, de nombreux capteurs de contrainte et de vibration sont répartis à bord pour analyser les réactions de l'avion aux sollicitations naturelles telles que le décollage, le mauvais temps et les conditions limites de vol, ou aux sollicitations artificielles créées par des excitateurs répartis sur la structure.

Compte tenu du coût que représente l'essai en vol, la préoccupation majeure est d'obtenir le plus rapidement possible des résultats fiables. Il existe deux méthodes: la transmission au sol, par télémesure, de l'ensemble des données, ou l'enregistrement à bord, sur bande magnétique, en vue d'un traitement ultérieur au sol.

L'émission vers le sol par télémesure présente de nombreux avantages: l'équipement de bord est compact et léger; le traitement peut s'effectuer en temps réel au sol dès réception des données ou en temps différé après stockage des données brutes. La télémesure présente cependant des limitations: la bande passante de transmission est insuffisante pour certains paramètres à très haute fré-



*A la base de Brétigny, installation d'un enregistreur magnétique à bord d'un Mirage. Cet enregistreur compact est utilisé pour recueillir les données d'essai en vol.*

quence tels que les vibrations ou les données de radar; en outre, il demeure un risque de perte de transmission dans les phases les plus critiques de l'essai, par exemple, au cours des mouvements relatifs rapides de l'avion par rapport à la station de réception, l'occultation par un arbre ou par un hangar pendant l'atterrissage. Les essais en conditions particulières d'environnement, par exemple en régions arctiques ou dans les déserts, se font souvent sans infrastructure au sol, rendant la télémessure impossible. Pour ces raisons, l'usage est de faire appel aux deux techniques en transmettant les informations par télémessure chaque fois que possible mais en conservant à bord un enregistreur magnétique où se trouve sauvegardée la totalité des données.

Enertec est en mesure de fournir l'ensemble de la chaîne d'acquisition de bord: les capteurs, les moyens de concentration et de mise au format des données, les dispositifs de transmission radioélectrique et les matériels d'enregistrement.

Les enregistreurs magnétiques destinés à ces applications sont spécialement conçus pour supporter les contraintes particulières d'environnement. Ils doivent résister aux vibrations, aux chocs, à des accélérations atteignant 10 fois celle de la pesanteur, supporter des températures de stockage sur parking de  $-40^{\circ}$  ou de fonctionnement en soute de  $+70^{\circ}$ . Les limitations de volume ont conduit à l'emploi de bobines de bande magnétique superposées et aux techniques les plus récentes de miniaturisation en

électronique. Malgré ces contraintes, il est possible de réaliser un enregistrement numérique haute densité, comportant jusqu'à 28 canaux ayant chacun une capacité de quatre mégabits par seconde.

Au sol, l'antenne de la station de réception reçoit de l'avion un signal plus ou moins affaibli, ou noyé dans le bruit, selon la distance et l'orientation. Des synchroniseurs et des décommutateurs réussissent à extraire de ce signal l'information utile; on peut alors soit l'enregistrer, soit la traiter en temps réel pour reconstituer la correspondance entre la grandeur enregistrée et la valeur physique de la mesure. Cela réalisé, il devient possible de visualiser, sur un écran de télévision, les paramètres sélectionnés par l'ingénieur d'essai, qui peut alors donner par radio des instructions au pilote pour modifier éventuellement les conditions de l'essai.

Les normes d'interchangeabilité des bandes magnétiques enregistrées sont telles qu'un même dérouleur de lecture au sol peut exploiter indifféremment les bandes enregistrées à bord ou au sol en sortie de télémessure. Ces dépouillements permettent en outre de présenter les résultats à l'ingénieur d'essai sous des formes diverses: tableaux, courbes, histogrammes, reconstitution de trajectoire, calculs de durée de vie, limites du domaine de vol.

Outre le matériel embarqué, Enertec fournit l'ensemble des systèmes d'enregistrement magnétique au sol, de dépouillement et d'interprétation des données, ainsi que les logiciels correspondants.



## RÉSULTATS

**L**e chiffre d'affaires de Sangamo Weston a augmenté de 8%. Des progressions ont été enregistrées dans les ventes de compteurs d'électricité domestiques et industriels, d'équipements électro-optiques et de caméras. Aux États-Unis et au Canada, le ralentissement de l'activité économique a affecté la plupart des unités. Rixon, en particulier, a été sévèrement touché: les commandes d'équipements pour les télécommunications ont fléchi de plus de 50% par rapport à 1980. Globalement, le volume des commandes est demeuré stationnaire et le carnet n'avait augmenté que de 7% en fin d'année.

**Gestion de l'énergie électrique: compteurs et équipements pour la distribution de l'électricité.**

■ Le chiffre d'affaires a progressé de 1%. Les ventes de compteurs d'électricité, monophasés et polyphasés, ont augmenté quelque peu aux États-Unis malgré un ralentissement sensible dans le secteur immobilier résidentiel et industriel. Les livraisons d'enregistreurs de contrôle et de facturation et de systèmes pour la régulation de la consommation ont été inférieures aux prévisions.

**Systèmes Fairchild-Weston: équipements d'acquisition de données optiques et électro-optiques, systèmes de traitement des signaux utilisés par l'aérospatiale et la défense, équipements de commandes pour générateurs nucléaires.**

■ Le chiffre d'affaires a progressé de 25%. Les systèmes électro-optiques, parmi lesquels les caméras installées dans les postes de pilotage et les équipements de reconnaissance, ont enregistré une croissance de 40%. Le carnet de commandes pour ces deux derniers matériels a progressé de 55% par rapport à 1980.

**Systèmes de données: systèmes d'acquisition et de transmission des données, équipements de surveillance et de commande, enregistreurs magnétiques.**

■ Les ventes d'équipements de télémesure ont augmenté de 9%. Les ventes d'enregistreurs magnétiques ont forte-

ment diminué et le niveau des commandes est resté faible pendant toute l'année. En fin d'exercice, les commandes avaient baissé pour l'ensemble des produits.

**Instruments: instruments destinés à l'industrie aérospatiale et à la recherche, enregistreurs de performance pour véhicules, équipements photo-électriques.**

■ Le chiffre d'affaires est stationnaire. La demande d'équipements pour l'industrie aérospatiale et d'instruments analogiques fabriqués par Weston Instruments a été soutenue. Les résultats d'Engler sont demeurés stables malgré une faiblesse persistante dans les entreprises de camionnage qui utilisent les tachographes et les odomètres d'essieu.

**Rixon: modems (modulateur/démodulateur) et autres équipements liés à la transmission de données entre terminaux d'ordinateurs.**

■ Le chiffre d'affaires a baissé de 9%. Les modems à grande vitesse surtout ont été affectés: les ventes ont baissé de 30%. Un niveau excessif des stocks chez les distributeurs et la restructuration des réseaux téléphoniques aux États-Unis ont eu un effet négatif sur les ventes et les commandes. Le carnet de commandes en fin d'année avait baissé de 46%.

**Condensateurs: condensateurs destinés à l'électronique et condensateurs de puissance pour la distribution de l'électricité.**

■ Le chiffre d'affaires a baissé de 4%. Les ventes des condensateurs au mica et des condensateurs électrolytiques ont fléchi du fait de la récession qui a frappé l'industrie électronique. Les condensateurs au mica ont été particulièrement touchés et les ventes ont baissé de 25%. Les économies d'énergie ayant conduit les sociétés de production d'électricité à utiliser des équipements plus efficaces, les ventes des condensateurs de puissance ont augmenté de 35%. Le niveau des commandes de condensateurs pour l'électronique et des condensateurs de puissance s'est raffermi au cours du second semestre.

*A l'usine d'Oconee, en Caroline du Sud, où sont fabriqués des compteurs d'électricité, Faye Raines place un sous-ensemble mécanique dans un convoyeur qui alimente une chaîne de montage.*

## UN SYSTÈME CENTRALISÉ DE COMMANDE POUR LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES

**D**ans le cadre d'un contrat passé avec une société pétrolière, la division des Systèmes de données de Sangamo Weston, à Sarasota en Floride, a étudié et mis au point un système de commande centralisé qui doit être installé dans le golfe d'Arabie et qui permettra d'optimiser la production de pétrole offshore. Ce système contrôlera 28 plates-formes à partir de deux centres de calcul distincts; il recevra les données provenant de 2.000 points de mesure et assurera 300 fonctions de contrôle et de commande.

La mise en oeuvre des techniques de récupération secondaire permet d'améliorer la production; il s'agit principalement de l'injection de gaz (*gas lift*) dans les puits et d'eau dans les réservoirs. L'injection de gaz permet d'alléger la colonne de fluide et facilite la production des réservoirs dont la pression interne a diminué. L'injection d'eau dans le réservoir sert à remplacer le pétrole déjà produit et permet de limiter la baisse de pression.

L'injection de gaz et d'eau est réglée de façon à optimiser la production, compte tenu des caractéristiques du puits et du réservoir. L'interaction des différents puits producteurs, appartenant au même réservoir et alimentés par du gaz d'injection de même provenance, pose un problème complexe.

Des études réalisées par la société pétrolière ont montré qu'un système automatique de contrôle et de com-

mande devait permettre d'améliorer les techniques de récupération secondaire. Le débit de pétrole d'un puits donné s'obtient en réglant la quantité de gaz injecté dans ce puits. Les données concernant la production recueillies sur chaque plate-forme offshore sont transmises à terre à un centre de calcul pour traitement et affichage. L'ordinateur règle ensuite automatiquement les débits d'injection de gaz en commandant des vannes situées sur le puits. Il est également programmé pour fermer un puits en cas d'urgence, pour détecter rapidement les incendies ou les fuites de gaz et pour calculer les paramètres généraux d'exploitation des plates-formes.

Tels que sont réglés actuellement les puits offshore, l'alimentation en gaz peut varier en raison des phénomènes d'interaction qui se produisent entre les puits; il en résulte que la production de pétrole demeure rarement à son niveau optimum. Un trop faible débit de production se traduit par une perte en chiffre d'affaires tandis qu'un débit trop fort peut endommager le puits et entraîner un reconditionnement coûteux. Le système automatique permet de contrôler l'arrivée du gaz de façon continue et de commander simultanément le débit de tous les puits.

Une fois en place, ce système peut offrir encore d'autres possibilités. Par exemple, dans le cas où l'alimentation en gaz est limitée par une baisse de production ou une panne de compresseur, le gaz disponible peut automatiquement être attribué aux puits ayant les débits potentiels les plus élevés.

Le groupe industriel de la division Systèmes de données a construit ce système spécialement pour la société pétrolière en utilisant des composants standard de la série RECON III, qui est une gamme de matériels de commande et de contrôle mis au point par la division. Cet équipement



La dernière mise au point d'un système centralisé de commande pour champs pétroliers, à la division Systèmes de données de Sangamo Weston, à Sarasota, en Floride. Ce système est destiné au contrôle de la production de puits offshore, dans le golfe d'Arabie.

présente des garanties de fiabilité et de fonctionnement dans les environnements difficiles existant sur les plates-formes offshore.

Les communications entre les plates-formes et les centres de calcul et de commande sont assurées par radio et par un réseau de câbles sous-marins. Tous les équipements de communication sont également fournis par la division.

## AUTOMATISATION DE LA PRODUCTION

**D**eux divisions de Sangamo Weston, celle de la Gestion de l'électricité à Oconee et celle des Condensateurs à Pickens, en Caroline du Sud, ont installé des systèmes de montage et de test automatiques afin d'accélérer la production. C'est la première phase d'un programme à long terme entrepris par Sangamo Weston pour améliorer la productivité par l'automatisation.

La division de Gestion de l'électricité fabrique des compteurs d'électricité pour les secteurs domestique et industriel. Un compteur comporte, essentiellement, un ensemble d'engrenages et de totalisateurs qui servent à mesurer et à afficher l'énergie consommée. L'assemblage de ces petites pièces est une source d'erreurs et prend beaucoup de temps. On a donc conçu une chaîne automatique d'assemblage intégrée à la chaîne des opérations manuelles. Cette nouvelle organisation permet d'assurer le montage d'un compteur toutes les cinq à sept secondes et d'augmenter de 100% la production des compteurs d'électricité domestiques.

La nouvelle chaîne comprend quinze postes automatiques et chacun d'eux a une fonction spécifique. Ils sont associés pour la plupart à des robots qui placent automatiquement les pièces dans les sous-ensembles. A chaque poste, la position des pièces montées par les postes précédents est contrôlée électroniquement. Si une pièce vient à manquer, le poste arrête automatiquement la chaîne et émet un signal qui permettra de remédier à la défaillance et de redémarrer la chaîne.

Le cas de la division Condensateurs était différent. Cette division fabrique des condensateurs, appareils permettant d'accumuler l'énergie électrique. Ce sont des composants importants des circuits électroniques et l'industrie en consomme des millions chaque année. Chaque condensateur a des caractéristiques précises que l'on doit tester pour vérifier qu'il est conforme aux spécifications. Pour accélérer cette opération, la division Condensateurs a mis au point deux nouveaux systèmes de test automatique: l'un pour les condensateurs électrolytiques et l'autre pour les condensateurs au mica.

Le système de test automatique des condensateurs électrolytiques est constitué d'un groupe de quatre postes commandés par des microprocesseurs. Chaque poste est alimenté par des plateaux contenant 25 condensateurs. Au premier poste, on applique une impulsion de tension assez élevée sur chaque condensateur pour vérifier qu'il



*Miranda Chapman prépare un équipement de test en vue du contrôle automatique d'une série de condensateurs électrolytiques, à l'usine de Pickens, en Caroline du Sud.*

ne claque pas. Au second poste, on applique une tension continue pour vérifier que les fuites de courant restent dans les tolérances permises. Enfin, au troisième poste, on mesure les valeurs de la capacité et de la résistance. Si un condensateur ne satisfait pas à l'un quelconque de ces tests, il est automatiquement rejeté dans l'un des quatre compartiments correspondant chacun à une cause de défaillance. Au quatrième poste, les fils sont coupés à la longueur convenable; on dispose ensuite les condensateurs par groupes pour la livraison.

L'autre système, mis au point pour le test des condensateurs au mica, mesure plusieurs caractéristiques électriques. La machine trie les condensateurs et les répartit en dix catégories en fonction de la valeur de leur capacité et des tolérances.

Depuis la mise en oeuvre de ces systèmes, la production des condensateurs électrolytiques a doublé et celle des condensateurs au mica a été multipliée par cinq.

## RÉSULTATS

**L**a situation économique aux États-Unis et en Europe a sévèrement affecté l'industrie des semi-conducteurs et a entraîné, pour Fairchild, une forte érosion des prix et un fléchissement des commandes. Le chiffre d'affaires de Fairchild a baissé de 12% par rapport à l'année précédente. Les commandes ont diminué de 24% et le volume du carnet de commandes en fin d'exercice était très inférieur à ce qu'il était à la fin de 1980.

En dépit de ces conditions défavorables, la Société continue de mettre en oeuvre un programme ambitieux pour préparer l'avenir. Les dépenses d'études et de recherche ont atteint 71 millions de dollars, en augmentation de 44% par rapport à 1980. Poursuivant l'effort qu'elle avait entrepris l'an dernier, la Société a doublé l'investissement affecté au laboratoire de recherche de Palo Alto, en Californie. Les investissements en 1981 ont atteint 166 millions de dollars, soit une augmentation de 75%.

### SEMI-CONDUCTEURS

Le chiffre d'affaires du secteur Semi-conducteurs, qui a représenté 74% des ventes de Fairchild en 1981, a baissé de 18% par rapport à 1980. Bien que le rythme des commandes se soit amélioré au cours du second semestre, on estime que la reprise sera lente en 1982. Le Secteur des semi-conducteurs comprend deux divisions: celle des circuits analogiques et composants et celle des circuits intégrés à grande échelle, ou circuits LSI.

**Circuits analogiques et composants: composants discrets tels que transistors et diodes, circuits linéaires destinés, entre autres, aux télécommunications; composants opto-électroniques, tels que coupleurs pour fibres optiques.**

Le chiffre d'affaires a baissé de 9%. Les ventes sont demeurées faibles pendant toute l'année, particulièrement en ce qui concerne les circuits linéaires et les composants opto-électroniques. Les livraisons de modules d'allumage et de régulateurs de tension fabriqués par la division des composants hybrides, destinés à l'industrie automobile, ont augmenté de 30%.

**Circuits LSI: circuits intégrés à grande et à très grande échelle tels que microprocesseurs, mémoires, circuits logiques, circuits prédiffusés, composants à transfert de charge, utilisant les technologies MOS, bipolaire et CMOS.**

Le chiffre d'affaires a fléchi de 25%. La chute des prix qui s'est poursuivie pendant toute l'année a touché l'ensemble des produits, mais surtout les mémoires MOS et les circuits numériques. Les commandes, qui ont décliné au cours des trois premiers trimestres, ont manifesté une certaine reprise au cours du quatrième. En fin d'année, les ventes dépassaient toujours les entrées en commande.

### ÉQUIPEMENTS DE TEST AUTOMATIQUE

**Équipements de test automatique: équipements assistés par ordinateur pour le contrôle des semi-conducteurs, des cartes de circuits imprimés et des sous-ensembles.**

Le chiffre d'affaires a augmenté de 7% en 1981, cependant que le volume du carnet de commandes en fin d'année

demeurait au même niveau qu'en 1980. Les ventes des systèmes de test de composants pour les circuits LSI et les mémoires ont fléchi de 10% en raison du ralentissement des investissements par les fabricants de semi-conducteurs. Les ventes de systèmes de test pour les cartes de circuits imprimés ont poursuivi leur progression et ont encore augmenté de 53% par rapport à 1980.

Fairchild a commercialisé plusieurs produits majeurs en 1981, dont le microprocesseur F9445 à 16 bits. Ce microprocesseur à hautes performances est actuellement le système le plus rapide qui soit réalisé sur une seule puce. Vers la fin de l'année, l'Armée de l'air des États-Unis a annoncé qu'elle avait passé un contrat avec Fairchild pour la mise au point d'un microprocesseur plus perfectionné, destiné au chasseur F-16.

Dans le domaine des télécommunications, le laboratoire de recherche de Fairchild a mis au point un circuit électronique de téléphone dans lequel une puce bipolaire unique assure les fonctions d'appel, de sonnerie et de transmission de la voix. Ce composant sera produit par la Division des produits linéaires.

Fairchild a commencé en 1981 la production, en quantités limitées, de mémoires vives dynamiques de 64K; en fin d'année, des échantillons ont été livrés, pour essais, à certains clients. La production en grande série est prévue pour la deuxième moitié de 1982.

Vers la fin de l'année 1981, Fairchild et le Département de la défense des États-Unis ont réglé le contentieux financier qui les opposait. Ce litige était apparu lorsque la Société avait volontairement informé les autorités de certaines insuffisances dans les procédures de test appliquées aux semi-conducteurs militaires du type JAN. La fabrication de ces matériels a repris au cours du premier semestre 1981 et aucune réclamation concernant leur qualité n'a été rapportée à Fairchild.

Au début de décembre, Fairchild a constaté une fuite dans un réservoir de solvant, à l'usine de San Jose, en Californie. Des analyses ont montré qu'un puits d'eau voisin était contaminé. Les autorités compétentes ont aussitôt été avisées et le puits a été fermé. Depuis, la Société a entrepris une enquête dans toutes ses usines de fabrication de semi-conducteurs se trouvant aux États-Unis. Aucune autre fuite n'a été décelée; on a constaté cependant que, dans certains sites, le sous-sol était, par endroit, contaminé; des analyses ont montré que les réserves d'eau voisines n'avaient pas été affectées.

Bien que Fairchild n'estime encourir, en la matière, aucune responsabilité susceptible de peser notablement sur ses résultats et qu'aucune action n'ait été intentée à ce jour, on ne saurait préjuger de la possibilité de suites judiciaires.

*Le traitement des plaquettes de silicium à l'usine de Fairchild de San Jose, en Californie. Sur chacune d'elles sont montées des centaines de circuits intégrés.*



## EXPANSION ET MODERNISATION DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

**E**n dépit de la crise qui affecte l'industrie des semi-conducteurs, Fairchild a entrepris l'exécution d'un vaste programme d'expansion et de modernisation des centres de production. La construction de la première tranche d'un important ensemble a commencé en juillet à Puyallup, dans l'État de Washington. Cet ensemble doit regrouper toute l'activité relative aux circuits bipolaires. Une première usine sera mise en service au cours du quatrième trimestre de 1982 et lorsque l'ensemble des cinq bâtiments sera terminé, une production de 30.000 plaquettes sera démarrée chaque semaine.

Ce programme d'expansion s'applique également au renforcement de la présence de Fairchild en Europe. Ainsi, la construction d'une nouvelle usine, destinée à la fabrication des circuits bipolaires et numériques, a commencé en 1981 à Wasserburg, près de Munich. En fin d'année, l'exécution de la première tranche, un bâtiment de 3.800 m<sup>2</sup> pour l'assemblage et le contrôle, était en bonne voie; elle sera terminée fin 1982. La construction de la deuxième tranche, une usine de 6.000 m<sup>2</sup> pour la fabrication des plaquettes, commencera au cours du deuxième trimestre de 1982.

Le Groupe des équipements de test automatique

a inauguré au début de 1981 un nouveau bâtiment de 14.000 m<sup>2</sup> à San Jose, en Californie; il abrite la fabrication des systèmes polyvalents de test LSI ainsi que le personnel du Groupe des équipements de test automatique.

L'unité Xincom de la Division des systèmes de test de composants a été transférée dans une nouvelle usine automatisée de 18.000 m<sup>2</sup> à Simi Valley, à 50 km environ au nord-ouest de Los Angeles.

La mise en chantier d'un bâtiment de 14.000 m<sup>2</sup> a commencé en août 1981 à South Portland, dans le Maine, où Fairchild fabrique déjà des composants numériques bipolaires. Cette usine, qui doit être terminée au cours du troisième trimestre de 1982, abritera la fabrication et les services de test des semi-conducteurs destinés au secteur privé et à l'Armée.

La capacité de l'usine de San Rafael de la Division des composants discrets a été portée en 1981 de 7.600 à 11.300 m<sup>2</sup>. Cette extension permet d'agrandir la surface consacrée à la fabrication et d'abriter un nouveau centre pilote d'études et de recherche.

En fin d'année, la division Opto-électronique a été transférée dans une usine rénovée située à Santa Clara, en Californie.

L'ensemble des activités concernant les réseaux de circuits prédiffusés a été regroupé dans un nouveau bâtiment de 5.100 m<sup>2</sup> à Milpitas, en Californie.

Enfin, au Japon, Fairchild a choisi un site pour la construction d'une usine. Les travaux débiteront au cours du troisième trimestre de 1982; la production devrait commencer au cours du deuxième semestre de 1983.



*Premiers stades de la construction d'un ensemble de cinq bâtiments pour Fairchild, à Puyallup, dans l'État de Washington. Ces bâtiments regrouperont l'activité relative aux circuits bipolaires. La production commencera au quatrième trimestre de 1982.*

## UN TÉLÉPHONE SUR UNE PUCE MICRO-ÉLECTRONIQUE

**L**es équipes du Centre de recherche avancée de Fairchild à Palo Alto ont réussi à loger l'ensemble des circuits d'un téléphone sur une puce micro-électronique. Celle-ci assure les fonctions d'appel, de sonnerie, de réception et de transmission de la parole.

L'idée d'un téléphone entièrement électronique est apparue depuis l'invention du transistor en 1948. Mais la complexité des fonctions de signalisation, de sonnerie et de transmission de la voix—essentiellement assurées par des circuits analogiques—combinées à celles des circuits d'appel et d'interconnexion—qui sont numériques—avait voué à l'échec toutes les tentatives faites jusqu'à présent pour réunir l'ensemble des circuits d'un téléphone sur une puce. L'utilisation du procédé Fairchild Isoplanar de logique à injection intégrée (I<sup>3</sup>L) a enfin permis cette réalisation.

Il s'agit d'un semi-conducteur bipolaire, appelé Monotel, qui assure toutes les fonctions des téléphones actuels. Ce dispositif fonctionne sur la faible puissance électrique transmise par la ligne téléphonique et ne requiert pas de source locale extérieure. D'autre part, le circuit est si petit qu'il permettra de réduire la dimension des combinés.

Six des plus grandes compagnies de téléphone dans le monde font actuellement des essais du Monotel. Le circuit est en effet adaptable à tous les systèmes téléphoniques existants. La production en série devrait commencer en 1983.

Le marché potentiel est vaste et s'élargit sans cesse. En 1981, quelque 360 millions de combinés ont été installés dans le monde. Ce chiffre augmente de 10% par an et il s'y ajoute un important marché de remplacement.

## ACCROISSEMENT DES VENTES DES SYSTÈMES DE TEST DE CIRCUITS IMPRIMÉS

**L**e chiffre d'affaires global de la division Équipements de test automatique de Fairchild a augmenté de 7% en 1981, malgré une conjoncture défavorable. Alors que les ventes des systèmes de test des composants ont baissé, celles des systèmes de test de cartes de circuits imprimés ont augmenté de 53%.

Les systèmes électroniques complexes, tels que les ordinateurs, sont composés de dizaines de cartes de circuits imprimés. Chacune de ces cartes comporte un grand nombre de circuits LSI (intégration à grande échelle) et peut assurer des fonctions analogiques et numériques très complexes. Avant d'assembler tous ces circuits imprimés dans les systèmes, on fait subir à chaque carte une série de tests afin de vérifier qu'elle satisfait aux spécifications imposées.

Fairchild construit deux catégories d'équipements de test automatique pour les cartes de circuits imprimés enfilables: des appareils de test fonctionnel sur lesquels on



*Dans les bureaux d'études de la Division des produits linéaires, à Mountain View, en Californie, David Jones, au premier plan, et John Allen examinent le tracé des circuits du Monotel. Ce semi-conducteur bipolaire, disposé sur une puce, assure toutes les fonctions d'un circuit de téléphone.*

vient enficher la carte à vérifier grâce à son propre connecteur, et qui déterminent si le circuit en tant qu'unité remplit bien ses fonctions; des appareils de test sous pointes, équipés d'un ensemble de pointes de touche permettant d'atteindre des points du circuit non directement reliés au connecteur et qui détectent les défauts jusqu'au niveau des composants. Ces deux types d'équipements sont commandés par des ordinateurs.

La division Faultfinders (détecteur de défauts), qui construit les équipements de test pour les cartes de circuits imprimés, a commercialisé deux nouveaux modèles en 1981.

Le premier de ces équipements, le modèle 333, est un système dit "hybride," car il peut tester les circuits analogiques et les circuits numériques d'une même carte. Il combine également les deux fonctions du contrôle fonctionnel et du test sous pointes. Il a été commercialisé vers la fin de l'année 1981.

Le second, le modèle 303S, est un système hybride de test sous pointes dont la capacité de détection des défauts est supérieure à celle des systèmes comparables. Il peut vérifier 1.200 points en moins de 10 secondes.

Fairchild fournit également des logiciels qui produisent automatiquement les programmes de test applicables à ces deux modèles. Ce logiciel permet d'économiser environ 90% du coût de préparation des programmes.

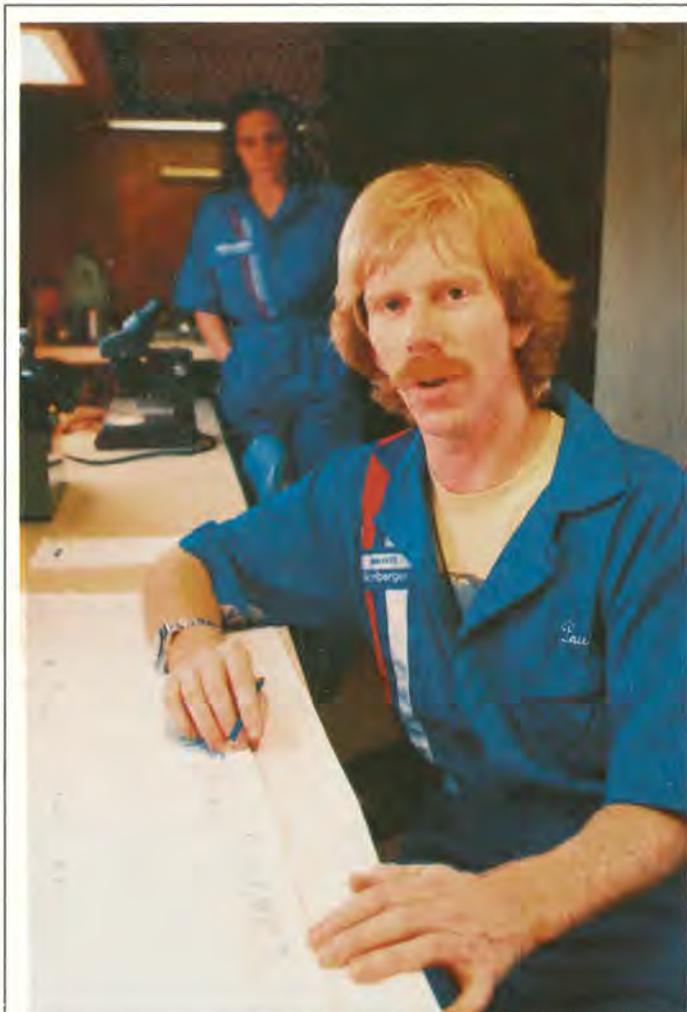
Comme le modèle 303 qui l'avait précédé, le modèle 303S est très bien accueilli sur le marché.

# LES ANALYSTES

**C**omme les premiers explorateurs, le foreur d'un puits de pétrole traverse des terres inconnues, dangereuses. Le trépan qu'il commande s'enfonce dans les formations géologiques mais quelquefois peut s'orienter dans des directions imprévisibles, vers ces poches de haute pression enfouies dans les profondeurs qui sont la hantise du foreur. Son souci est donc de déterminer la direction que prend le trou qu'il fore. Il veut aussi connaître la nature des formations géologiques que pénètre le trépan. Par ailleurs, sur le plan économique, les forages deviennent plus coûteux au fur et à mesure que la recherche de pétrole s'intensifie, que les forages sont plus profonds et qu'ils s'effectuent en mer dans des conditions toujours plus difficiles. Toutes ces raisons expliquent que la sécurité et l'efficacité sont devenues les préoccupations majeures des entreprises de forage.

**L**a mesure des paramètres de forage répond à leur souci. Les Analystes, une filiale de Schlumberger, fournissent au foreur un ensemble d'informations très précises qui se présente comme une sorte d'électrocardiogramme. La Société est installée dans un bâtiment moderne de Sugar Land, dans la banlieue de Houston au Texas, où récemment encore la canne à sucre dominait le paysage. Partageant la vocation de Schlumberger, la Société s'appuie sur une technologie de pointe pour recueillir et analyser des données essentielles à l'industrie du pétrole.

Cependant, les services que fournissent Les Analystes diffèrent des mesures de logging Schlumberger. Ces dernières interviennent après interruption du forage et après que l'on ait remonté le train de tiges. Leur objet est de localiser les zones contenant



**P**aul Looney a fait des études de biologie marine. Il dirige une unité des Services intégrés de la société Les Analystes. Sur les champs de pétrole, à terre et offshore, ces services aident les foreurs à travailler plus efficacement et dans une plus grande sécurité. Paul Looney a suivi des stages de formation d'un an dans plusieurs centres Schlumberger avant de recevoir sa présente affectation. Il est l'un des quelque mille employés de la Société qui travaillent sur le terrain. "Nous essayons de fournir aux clients des informations précises sur la pression au fond du puits afin de leur éviter des difficultés de forage. Les éruptions peuvent être catastrophiques et si nous pouvons les prévenir, nous avons rempli notre mission. Pour cela, nous prenons les

données fournies par l'ordinateur de l'IDEL, nous y incorporons les données provenant de l'analyse des boues, nous ajoutons un peu de bon sens pour en déduire ce qui se passe au fond du puits et nous communiquons nos conseils au représentant du client et au maître-sondeur. Nous essayons généralement de fixer des limites entre la pression des fluides dans les pores et celle exercée par la boue. Si cet écart est trop faible, cela devient dangereux. Pour cela, il importe de déterminer la pression dans les pores, qui est l'information de base recherchée: elle nous indique quelle est la pression des fluides à l'intérieur de la roche, quelle est sa valeur à un instant donné, si elle est en train de changer et comment rester maître de la situation."

des hydrocarbures et de définir les caractéristiques des réservoirs. Les Analystes, en revanche, effectuent des mesures en continu, en surface et dans le puits, sans interrompre les opérations de forage. Leur objet est d'améliorer l'efficacité et la sécurité de ces opérations.

**L'**un des services des Analystes s'appelle *mud-logging*, en d'autres termes, l'analyse de la boue de forage. Le foreur fait circuler dans le puits, à haute pression, un courant de boue qui a pour objet de ramener les débris de forage à la surface, de refroidir et de lubrifier le trépan, de contenir les parois du puits et de maintenir l'équilibre hydrostatique afin d'éviter une éruption. Cette "boue" est en réalité une solution complexe de sels minéraux.

De la surface, elle est injectée sous forte pression à l'intérieur des tubes qui constituent le train de tiges de forage; elle descend jusqu'au trépan et ressort avec force. La boue remonte ensuite entre les tiges de forage et la paroi du puits en entraînant avec elle les débris de formations rocheuses brisées par le trépan ainsi que des traces de pétrole et des bulles de gaz libérées par le forage. Ces débris et ces traces sont chargés d'informations: les débris indiquent la nature des formations traversées par le forage; les bulles de gaz et les traces de pétrole apprennent aux géologues si les formations contiennent des hydrocarbures.

Les données fournies par le *mud-logging* en disent long sur le chemin parcouru

*Une équipe des Analystes au travail sur une plate-forme offshore opérant au large des côtes mexicaines: Howard Turner, à gauche, Tom Pakkala, à droite, et Tom Reeder, dans le fond, à droite.*





**J.** Scott Powers est géologue. Il est en poste à Aberdeen, en Écosse, où il dirige en mer du Nord le service de mesures pendant le forage. Powers a participé depuis 1977 à la mise au point des équipements MWD, et, en 1980, à la première opération dans un forage au large des côtes du golfe du Mexique.

"Je faisais partie de l'équipe qui travaillait avec les ingénieurs de Schlumberger lorsqu'ont commencé les essais MWD sur le terrain. J'ai eu l'impression de retourner à l'école. Ces ingénieurs de Schlumberger étaient vraiment des cracks; leur compétence technique et leur souci de per-

fection m'impressionnaient. La mise au point et l'essai des équipements faisaient penser au lancement de la navette spatiale, sauf qu'au lieu de monter, on descendait. Chaque pièce, chaque vis étaient vérifiées. Après le montage, les équipements étaient soumis à des essais répétés. D'abord on a construit un prototype, puis une série pilote; une nouvelle génération fut ensuite commercialisée. Nous avons fait plusieurs essais à blanc avant les premières mesures au fond. Ça a bien marché et on a continué depuis, sans interruption. Sans MWD, on tâtonne dans le noir; avec, on sait ce qui se passe au fond du trou."

par le trépan, mais n'indiquent pas les conditions où il se trouve à un instant donné; en effet, selon la profondeur du puits, il peut s'écouler des heures avant que les débris et les traces d'hydrocarbures ne remontent à la surface.

**L**es foreurs ont toujours souhaité savoir ce qui se passait en temps réel au fond du puits, pendant le forage. Les Analystes ont été fondés pour répondre à ce vœu. À la fin des années 1960, la Société avait été la première à mettre en oeuvre un ordinateur sur le site même du forage. Ce fut la naissance du système IDEL (*Instantaneous Drilling Evaluation Log*, en d'autres termes, mesures instantanées des paramètres de forage), qui représente toujours une part importante et en pleine croissance de l'activité des Analystes.

Le log IDEL est l'aboutissement de travaux antérieurs qui visaient à déterminer, mètre par mètre, et sur toute la hauteur du puits, le degré de résistance des formations au forage. La connaissance de la texture d'une formation est extrêmement importante pour le foreur. En combinant des mesures enregistrées par des instruments de surface, telles que la vitesse de rotation du train de tiges, le poids du train de tiges sur le trépan et d'autres paramètres, la Société a mis au point un programme d'ordinateur sophistiqué qui permet d'analyser le puits mètre par mètre et cela pendant le forage. En bref, ce programme mesure la quantité d'énergie nécessaire pour transformer un centimètre cube de roche solide en petits morceaux. Il est basé sur la vitesse de pénétration du trépan compensée automatiquement par l'usure de l'outil, le poids du train de tiges, la vitesse de rotation et les variations de structure des roches. Le résultat final est une mesure de la pression dans les pores de la roche, ou pression inter-

stitielle, et de la porosité des roches calculées à partir des paramètres de forage.

La quasi-totalité du pétrole et du gaz produits est, depuis l'origine, accumulée dans les pores des roches réservoirs. Certaines formations emmagasinent sous pression des quantités excessives de fluides qui se sont trouvés bloqués sous le poids des sédiments déposés il y a des millions d'années. Les foreurs craignent ces zones de surpression parce qu'elles peuvent provoquer des éruptions catastrophiques si le poids de la colonne de boue n'est pas suffisant pour contrebalancer la pression dans les pores. Le jaillissement non contrôlé du pétrole, rendu célèbre par les films d'Hollywood, est redoutable. Une éruption soudaine peut, en effet, provoquer des pertes de vies humaines, la destruction du puits et du derrick. Inversement, une zone de sous-pression peut provoquer l'effondrement d'un puits ou, au mieux, la perte de la circulation de boue, entraînant des retards coûteux dans l'exécution du forage.

Le système IDEL joue un rôle important parce qu'il fournit des informations essentielles à la sécurité et l'efficacité du forage. En effet, si la pression interstitielle des roches réservoirs est connue, le foreur peut augmenter la vitesse de forage en diminuant le poids de la boue jusqu'à la valeur minimale nécessaire pour contrebalancer la pression du fluide dans les pores.

Les logs fournis par Les Analystes peuvent également permettre au foreur de prévoir presque instantanément l'approche des zones dangereuses de sous-pression ou de surpression. Avant la mise au point d'IDEL, le foreur pouvait tout au plus se faire une idée de la pression dans les pores en mesurant la quantité de gaz contenue dans la boue ramenée du fond du puits. Le système

IDEL a permis au foreur de connaître la pression interstitielle au fond du puits quelques secondes seulement après que le trépan ait attaqué la roche.

**D**epuis 1980, Les Analystes disposent d'une technologie plus efficace qui permet la mesure des paramètres de forage au fond du puits et en temps réel. Celle-ci est assurée par un équipement mis au point par les ingénieurs de Schlumberger et qui est intégré aux autres services fournis par la Société depuis son acquisition par Schlumberger en 1977. Schlumberger avait consacré de grands efforts à la mise au point d'un système électromécanique disposé à l'intérieur du train de tiges juste au-dessus du trépan, système qui peut transmettre jusqu'à la surface des mesures effectuées au fonds du puits, en temps réel et sans arrêter le forage. Le foreur peut ainsi savoir, instantanément et en continu, ce qui se passe au fond du puits, dans quelle direction s'oriente le trépan et si la pression dans les pores s'est modifiée sensiblement.

Pour atteindre ce résultat, il a fallu résoudre des problèmes techniques difficiles: comment transmettre des informations fiables du fond du puits à la surface à travers une colonne de boue et dans un environnement extrêmement bruyant; comment conditionner des circuits électroniques et des capteurs pour qu'ils puissent résister aux températures élevées, aux chocs brutaux et aux débris corrosifs et abrasifs contenus dans le courant de boue?

Déjà en opération dans le golfe du Mexique, en mer du Nord, en Méditerranée et au large de l'Afrique occidentale, les équipements de mesures pendant le forage (MWD) permettent de forer plus économiquement et



**D**enis R. Tanguy est Directeur, responsable de la commercialisation du service de mesures pendant le forage (MWD). Il se rappelle les tâtonnements qui ont marqué les premiers travaux sur le MWD: "Les ingénieurs Schlumberger ont commencé à s'y intéresser en 1968. Au début, ils hésitaient à l'idée de fournir un service qui exigerait la présence de personnel sur le chantier 24 heures par jour, pendant des semaines et des mois d'affilée, alors que pour les mesures de logging, ces périodes sont plus réduites: c'était en outre, à leur avis, une entreprise très coûteuse et dont les résultats seraient

aléatoires. Il fut finalement décidé en 1974 qu'on poursuivrait les études, mais indépendamment des services de logging. Nous avons hérité du projet le 1er janvier 1975. Ce fut l'un des programmes les plus difficiles auxquels j'ai participé. Tout était nouveau. Il faut savoir que, pendant les opérations de forage, l'environnement dans le puits est très différent de ce qu'il est pendant les mesures de logging, lorsque le forage a été interrompu. Les chocs et les vibrations exigent une technologie particulière. Or, les prototypes, pendant les deux premières années, ne résistaient pas aux vibrations.

Le principal problème était d'empêcher les composants à l'intérieur de l'équipement de se disloquer quand ils étaient soumis à des forces équivalentes à plusieurs centaines de fois leur poids. Sans oublier que ces outils subissent l'érosion due au flot rapide de milliers de litres de boue et que dans le forage du type rotary, l'équipement tout entier est entraîné avec le train de tiges à des vitesses allant de 80 à 200 tours par minute. Lorsque l'essai final a eu lieu en 1976, il était assez concluant pour que nous nous lancions, avec confiance, dans la réalisation d'un prototype commercial."



dans de meilleures conditions de sécurité.

L'équipement MWD est incorporé dans un tube cylindrique long de douze mètres placé dans le train de tiges juste au-dessus du trépan. Il contient des cartouches renfermant des instruments microminiaturisés tels que des accéléromètres et des magnétomètres. Pour le foreur, MWD c'est à la fois une boussole et un radar. Il capte les mesures au fond du puits, pendant le forage, et les transmet à la surface de façon quasi instantanée. Ces mesures indiquent au foreur la nature des roches traversées et la direction du sondage. La géométrie du puits sera déterminée par la mesure de la déviation du trou par rapport à la verticale et par la direction du forage. Les mesures de la résistivité et de la radioactivité des formations fourniront des données d'ordre géologique sur la nature de la roche pénétrée par le trépan ainsi que sur les fluides présents dans les pores. La mesure de la température de la boue au niveau du trépan ainsi que le poids appliqué sur le trépan donneront des indications précieuses sur le déroulement du forage.

Les instruments de mesure sont connectés en série à un système de codage, une sorte de sirène rotative, qui envoie des ondes de pression continues à travers la colonne de boue. Ces signaux se propagent à une vitesse de l'ordre de 1.500 mètres par seconde. A la surface, ils sont recueillis par un capteur de pression et transmis à un ordinateur qui les enregistre, les analyse et les affiche. Les diagrammes correspondants ressemblent

*Thérèse Richter montant un capteur sur un équipement de mesures pendant le forage (MWD), dans un atelier des Analystes à Sugar Land, près de Houston.*



**H**enry Potts est Directeur, responsable des services d'études. Il estime que le métier de la Société n'est pas seulement d'analyser des boues de forage et de faire des mesures au fond des puits, mais aussi d'assurer un ensemble de services qui aide à identifier les caractéristiques géologiques et physiques d'un forage. "Je pense que ce qui se passera au cours des années 1980 sera tout à fait différent de ce qui s'est passé dans les années 1970. À cette époque, Les Analystes s'intéressaient à l'interprétation des données recueillies en surface. Schlumberger, de son côté, travaillait à la mise au point de l'équipement MWD. Les deux unités ont été réunies à la fin des années 1970. Souvent, quand on fusionne deux unités ayant des activités distinctes, on n'obtient pas un groupe ayant un objectif, mais un groupe avec deux objectifs. Dans les années 1980, notre ambition sera de créer une société bien intégrée. Pour ma part, je veux

diriger un service d'études ayant un seul but: celui de convaincre les sociétés pétrolières de recourir à l'interprétation des mesures dans les forages et de s'adresser aux Analystes.

"Pour moi, l'interprétation des mesures de forage consiste à recueillir des données provenant de divers capteurs, disposés en surface et au fond, et de les intégrer dans plusieurs modèles. Nous allons mettre au point de nouvelles générations d'équipements de fond qui pourront relever de nouveaux paramètres au fur et à mesure qu'ils seront définis. Nous voulons réaliser une instrumentation capable de traiter et de visualiser les données en temps réel. Il nous faudra disposer bien entendu de logiciels correspondants. Nous espérons ensuite utiliser les techniques d'intelligence artificielle afin d'aider le foreur à modifier le processus du forage et à assurer une vitesse optimale de pénétration du trépan dans la formation."

à des électrocardiogrammes. Les mesures essentielles, comme le poids appliqué sur le trépan, sont transmises toutes les 27 secondes pour être comparées aux mesures faites en surface par le système IDEL. Grâce à la connaissance du poids réel sur le trépan, le foreur peut procéder aux réglages nécessaires, quand ce poids est excessif ou insuffisant, de façon à corriger la direction du forage.

Comme dans le cas des autres filiales de Schlumberger, le succès des Analystes repose sur la qualité des hommes. Les Analystes font appel à une nouvelle génération de techniciens du pétrole — des jeunes hommes et des jeunes femmes qui connaissent le forage, mais qui comprennent aussi l'électronique et les ordinateurs.

Avant d'être envoyé sur un chantier, chaque nouvel employé suit un stage de formation théorique et pratique couvrant les techniques du logging et du forage. Il doit se pénétrer, dans le plus grand détail, du rôle et du fonctionnement de l'ensemble des équipements utilisés par la Société. Ensuite, la nouvelle recrue continuera, pendant plusieurs mois, sa formation sous la conduite d'un ingénieur de la Société. Les Analystes emploient aujourd'hui plus de mille personnes sur le terrain, réparties entre 23 centres, situés dans 11 pays.

En 1981, le chiffre d'affaires des Analystes a été de 52 millions de dollars; un chiffre encore modeste en comparaison de ceux enregistrés par d'autres unités du secteur pétrolier de Schlumberger. Mais le taux de croissance de la Société, 42% par an, est le plus élevé de ce secteur. À Carl Buchholz, Directeur général des Analystes, il rappelle celui de Schlumberger en 1952, quand il entra dans le groupe.



T11

APPLICON  
INCORPORATED

APPLICON  
INCORPORATED

V1100

APPLICON

APPLICON  
INCORPORATED

Component	Value	Location	Notes
U1	10000	U1	
U2	10000	U2	
U3	10000	U3	
U4	10000	U4	
U5	10000	U5	
U6	10000	U6	
U7	10000	U7	
U8	10000	U8	
U9	10000	U9	
U10	10000	U10	
U11	10000	U11	
U12	10000	U12	
U13	10000	U13	
U14	10000	U14	
U15	10000	U15	
U16	10000	U16	
U17	10000	U17	
U18	10000	U18	
U19	10000	U19	
U20	10000	U20	
U21	10000	U21	
U22	10000	U22	
U23	10000	U23	
U24	10000	U24	
U25	10000	U25	
U26	10000	U26	
U27	10000	U27	
U28	10000	U28	
U29	10000	U29	
U30	10000	U30	
U31	10000	U31	
U32	10000	U32	
U33	10000	U33	
U34	10000	U34	
U35	10000	U35	
U36	10000	U36	
U37	10000	U37	
U38	10000	U38	
U39	10000	U39	
U40	10000	U40	
U41	10000	U41	
U42	10000	U42	
U43	10000	U43	
U44	10000	U44	
U45	10000	U45	
U46	10000	U46	
U47	10000	U47	
U48	10000	U48	
U49	10000	U49	
U50	10000	U50	
U51	10000	U51	
U52	10000	U52	
U53	10000	U53	
U54	10000	U54	
U55	10000	U55	
U56	10000	U56	
U57	10000	U57	
U58	10000	U58	
U59	10000	U59	
U60	10000	U60	
U61	10000	U61	
U62	10000	U62	
U63	10000	U63	
U64	10000	U64	
U65	10000	U65	
U66	10000	U66	
U67	10000	U67	
U68	10000	U68	
U69	10000	U69	
U70	10000	U70	
U71	10000	U71	
U72	10000	U72	
U73	10000	U73	
U74	10000	U74	
U75	10000	U75	
U76	10000	U76	
U77	10000	U77	
U78	10000	U78	
U79	10000	U79	
U80	10000	U80	
U81	10000	U81	
U82	10000	U82	
U83	10000	U83	
U84	10000	U84	
U85	10000	U85	
U86	10000	U86	
U87	10000	U87	
U88	10000	U88	
U89	10000	U89	
U90	10000	U90	
U91	10000	U91	
U92	10000	U92	
U93	10000	U93	
U94	10000	U94	
U95	10000	U95	
U96	10000	U96	
U97	10000	U97	
U98	10000	U98	
U99	10000	U99	
U100	10000	U100	

# LES SYSTÈMES ASSISTÉS PAR ORDINATEUR

**L**es ordinateurs s'installent peu à peu dans les bureaux d'études et dans les ateliers. Ils modifient la manière dont les hommes imaginent, dessinent, testent et fabriquent une multitude de produits, qu'il s'agisse des automobiles et des avions ou des boulons et même...des chaussures. Cette nouvelle utilisation des ordinateurs a considérablement augmenté la productivité des entreprises. On parle même d'une nouvelle révolution industrielle où le traitement de l'information par ordinateur jouerait le rôle qu'avait eu la vapeur au siècle dernier. Aujourd'hui, l'ordinateur donne à l'homme le pouvoir de visualiser sur un écran de télévision les objets qu'il conçoit et même de les transformer.

Cette révolution pourrait conduire à des usines entièrement automatisées. Quelques entreprises qui produisent des systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO) et des systèmes de fabrication assistée par ordinateur (FAO) sont les pionniers de ce projet. L'une d'elles, parmi les plus importantes, est la société Applicon, qui a rejoint récemment le groupe Schlumberger. Applicon est installé à Burlington, dans le Massachusetts, sur la fameuse Route 128, qui est bordée de sociétés toutes orientées vers les techniques de pointe. Applicon et Manufacturing Data Systems (MDSI), une acquisition antérieure de Schlumberger, constituent maintenant un nouveau groupe, les Systèmes as-

*Préparation d'un circuit imprimé sur un système interactif Applicon. L'opérateur introduit des commandes de création et de modification des circuits au moyen d'un stylet électronique et d'un "menu" disposé sur la tablette. L'écran permet de visualiser la partie du circuit sur laquelle il travaille.*

sistés par ordinateur, dirigé par Donald W. Feddersen.

**D**ès 1969, Applicon commençait à automatiser les opérations de conception et de dessin en traduisant en données informatiques toutes les droites, les courbes, les cercles et les calculs qu'un dessinateur industriel fait au moyen de crayons, de compas, de triangles et de règles à calculs. Maintenant, un dessinateur, ou un projeteur, peut dessiner sur une tablette en déplaçant un stylet électronique et voir apparaître son travail sur un écran analogue à celui d'un poste de télévision. La CAO a divisé par dix la charge de travail des projeteurs en les libérant des tâches répétitives et fastidieuses. En outre, elle leur permet de modifier la position de leurs dessins sur l'écran, de les examiner sous différents angles, de les décomposer en éléments et d'en agrandir ou d'en réduire des détails—tout cela sans crayon ni papier. L'ingénieur peut tester ainsi toutes les variantes possibles de la forme d'un produit, de ses assemblages et des matériaux utilisés.

Le raccourcissement du cycle qui va de la conception à la mise au point d'un produit permet donc aux entreprises utilisant la CAO et la FAO d'augmenter leur productivité de façon spectaculaire.

**C'**est la fonction dessin qui demeure le point fort de la CAO/FAO parce que c'est un moyen de communication sans égal. Les systèmes d'Applicon mémorisent l'ensemble des informations concernant un produit, ce qu'on appelle "base de données," sous une forme exploitable par de nombreux spécialistes. Ainsi, en utilisant les programmes proposés par Applicon, un ingénieur peut tester les objets qu'il

conçoit, sans avoir à construire de prototypes coûteux. Il peut, avec l'aide de l'ordinateur, les soumettre à des contraintes de charges mécaniques, de chaleur et de pression, les faire évoluer et regarder les résultats s'afficher sur l'écran de son terminal. En d'autres termes, l'ordinateur devient une soufflerie électronique ou un laboratoire dans lequel les électrons et les équations reproduisent les effets du vent, de la chaleur et de la pression.

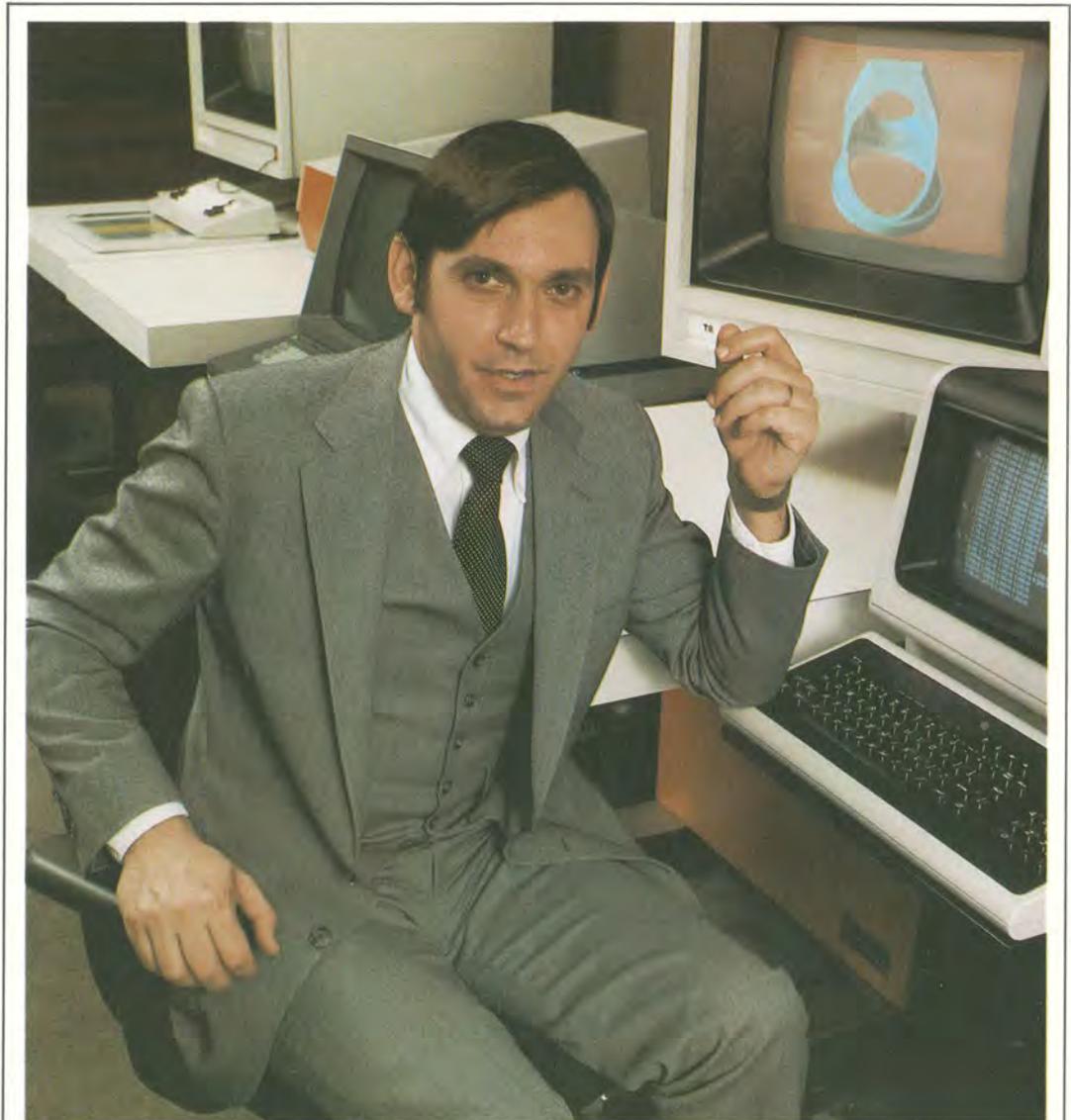
La CAO/FAO est en évolution constante. L'une des réalisations les plus spectaculaires est la "modélisation des volumes" qui permet de faire apparaître un objet sous la forme d'un ensemble d'entités solides à trois dimensions représentant l'image réelle d'un objet, mémorisé dans l'ordinateur, sous forme binaire. On peut ainsi découper un modèle solide pour en examiner les détails internes. En 1981, Applicon a été la première société de CAO/FAO à commercialiser un logiciel de modélisation des volumes. Si riche est le contenu de ce programme qu'il peut fournir des détails tels que les reflets métalliques des parois intérieures des pièces ou des objets découpés. Les industriels commencent déjà à utiliser le logiciel de modélisation des volumes d'Applicon pour le dessin de pièces aussi complexes que des ponts de camions. Ces objets étaient beaucoup plus difficiles à dessiner avec les anciens programmes de CAO, à représentation filaire, dans lesquels seules les arêtes extérieures des objets étaient définies par l'ordinateur, et non leur surface et leur volume.

La partie CAO de l'ensemble CAO/FAO est aujourd'hui la plus avancée. La fabrication assistée par ordinateur (FAO) est limitée pour l'instant à la production de programmes pour machines-outils à commande numérique, et constitue le secteur principal d'activité de MDSI. Les programmes

sont codés sur des bandes magnétiques ou de papier perforé. Ces bandes contrôlent des machines à commande numérique, de la simple perceuse aux machines complexes à emboutir et à découper qui sont destinées à usiner des pièces aussi élaborées que les longerons des ailes d'avion.

La conception par ordinateur des programmes pour machines à commande numérique représente un gain de temps considérable pour les utilisateurs qui devaient, auparavant, composer ces programmes manuellement. Dans ce secteur d'activité, le groupe des Systèmes assistés par ordinateur sera renforcé par le lien établi entre Manufacturing Data Systems et Applicon. "Nous comptons maintenant à MDSI des spécialistes qui comprennent réellement le processus de la fabrication," dit Don Feddersen, qui dirige le groupe. "Nous maîtrisons, à Applicon, la phase conception. Si nous parvenons à harmoniser le travail de ces deux équipes, je pense que bien peu de nos concurrents seront capables d'offrir une gamme de services aussi complète et étendue."

**A**pplicon s'efforce aussi de rapprocher les processus de conception et de fabrication. Un mur invisible, mais bien réel, a toujours séparé les ingénieurs d'études de leurs collègues des ateliers. "On les jette par-dessus le mur" est leur manière de dire qu'ils ont remis leurs dessins à la fabrication. Don Feddersen a décidé de détruire ce mur. "J'espère," dit-il, "que les bases de données créées par les bureaux d'études pourront être un jour directement exploitées par les machines-outils, les dispositifs de contrôle et les équipements de test automatique. A l'allure où notre secteur d'activité progresse,



**M**artin D. Schussel dirige, à Applicon, le service de conception des logiciels d'applications. Sa fonction est de décider quelles seront les applications nouvelles des systèmes Applicon. Au sujet de la "modélisation des volumes," qui est la plus récente réalisation, il fait les remarques suivantes: "La modélisation des volumes est une représentation mathématique d'un objet; elle est utilisée comme instrument de recherche depuis plusieurs années. L'inconvénient de la plupart des programmes existants était leur manque de souplesse. Leur exploitation demandait trop de temps; ils n'offraient aucune possibilité

d'interaction visuelle et les résultats n'avaient pas grand intérêt. Nous avons alors intégré dans un système CAO/FAO la construction d'un modèle solide qui nous permet d'évaluer la qualité d'un projet, de déterminer la répartition des masses et même de produire des illustrations techniques. Nous n'avons pas encore trouvé de pièce qui ne puisse être modélisée. Il est néanmoins intéressant de noter que ce sont les objets en apparence les plus simples, comme un ressort ou le filetage d'un écrou, qui sont les plus difficiles à modéliser. La modélisation des volumes présente deux qualités essentielles: d'abord c'est une manière plus

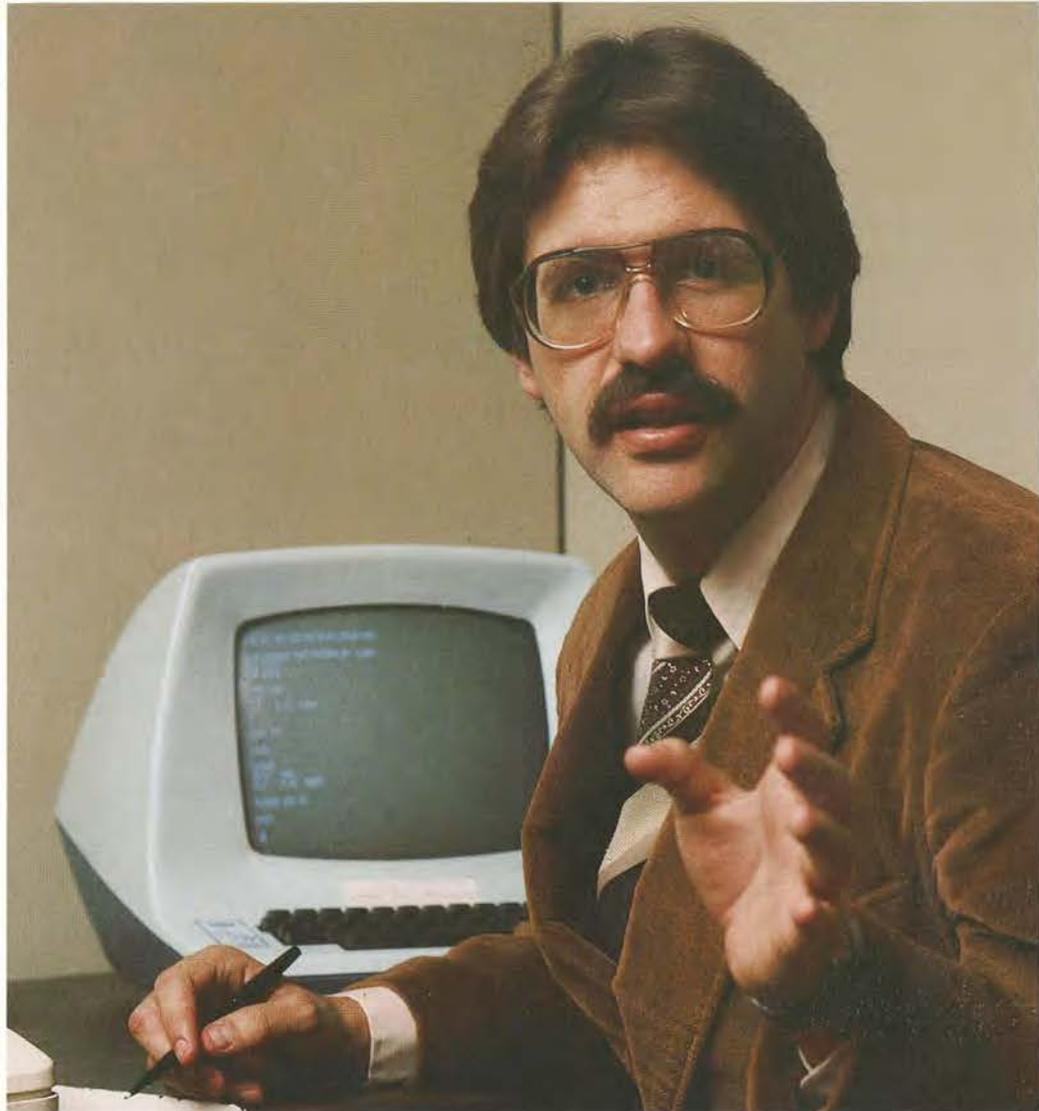
efficace de dessiner une pièce et aussi d'obtenir des données sous la forme la plus exploitable par le client; de plus, elle introduit une exigence supplémentaire dans le processus de conception: elle force les ingénieurs à penser leurs pièces en représentation solide. On devrait pouvoir prochainement faire bouger les objets les uns par rapport aux autres, en temps réel, de façon à observer sur l'écran les effets d'interaction. Ainsi, l'utilisateur ayant modélisé l'ensemble des éléments d'un mécanisme tel que la direction d'une automobile, pourrait "tourner" le volant et observer les mouvements du mécanisme dans son ensemble."

cet objectif devrait être atteint d'ici cinq ans environ."

**L**e groupe des Systèmes assistés par ordinateur fournit les matériels CAO/FAO et les met en oeuvre. Il doit donc livrer à la fois matériel et logiciel. À la base du système d'Applicon il y a bien sûr un ordinateur puissant. Il est livré avec des unités de disques et de bandes, une ou plusieurs tables traçantes, et de un à quatre postes de travail. Chaque poste de travail comprend un écran à rayons cathodiques, une tablette de digitalisation et un clavier alphanumérique. Le client choisit alors, parmi les quelque 150 logiciels disponibles, le jeu de programmes répondant à ses besoins de conception et de fabrication.

Aujourd'hui, l'activité d'Applicon s'oriente vers quatre marchés: les circuits intégrés ou "puces"; les cartes de circuits imprimés utilisées dans les ordinateurs et autres ensembles électroniques; la construction mécanique et l'architecture. Il existe donc des logiciels d'application pour chacun de ces domaines. Le logiciel est en fait l'élément essentiel de la CAO/FAO et le point fort d'Applicon.

**L**es matériels et les logiciels d'Applicon sont avant tout utilisés pour l'étude et la fabrication des composants électroniques. En fait, le processus de fabrication de ces semi-conducteurs est entièrement automatisé; sans que soit utilisée une seule feuille de papier, l'ordinateur contrôle l'ensemble de ces opérations. C'est ce processus de CAO/FAO, en fin de compte, qui sera étendu aux autres secteurs industriels. A l'heure actuelle, la fabrication des circuits imprimés est moins automatisée que celle des puces, tandis que l'automatisation est moins courante



**K**astytis Giedraitis est un informaticien, spécialiste de logiciel. Il est responsable du programme "traducteurs" de Manufacturing Data Systems.

*L'une des principales activités de MDSI consiste à fournir des "traducteurs" aux utilisateurs de machines numériques. Il s'agit de logiciels qui constituent des interfaces entre l'outil et le programme d'usinage de MDSI. Ce programme est établi en "COMPACT II", un langage informatique mis au point par MDSI. MDSI a constitué une bibliothèque réunissant déjà quelque 4.000 traducteurs et leur nombre augmente continuellement. "Nous sommes essen-*

*tiellement une société de logiciel," indique Kastytis Giedraitis. "Nos clients programment leurs machines en COMPACT II; tous les mots de cette langue informatique sont de l'anglais courant et utilisent la terminologie de l'atelier, tel que "réglage", "outil", "perçage", "usinage". L'utilisateur peut programmer la fabrication des pièces et définir le processus d'usinage de la façon qui lui convient. Pour se servir du programme, il a besoin d'un interface, qui est le "traducteur", entre COMPACT II et la console de commande de la machine. Par leur nombre et leur diversité, on pourrait comparer les machines CN aux membres*

*de l'Organisation des Nations Unies. Il existe des centaines de machines CN différentes équipées de consoles de commandes qui ne "parlent" pas le même langage. Notre "traducteur" joue le rôle de l'interprète de l'O.N.U. Il traduit les coordonnées dimensionnelles et les instructions de trajectoire d'outils en un code qui, dans la plupart des cas, est une bande perforée et qui est destinée à la console de commande de la machine-outil. COMPACT II permet à un industriel d'optimiser l'exploitation de ses machines-outils en augmentant la vitesse et la précision des opérations d'usinage les plus complexes."*



**E**dvina L. Wedeking est ingénieur d'études et appartient au service commercial d'Applicon.

"Nous, les techniciens, nous présentons les systèmes Applicon aux clients et analysons leurs besoins. Nous nous attachons à leur montrer, compte tenu de leur activité, la manière dont ils pourraient tirer avantage de nos systèmes. Ma spécialité est l'application de la CAO/FAO aux problèmes de mécanique. Nous intervenons à partir des composants industriels d'un produit, jusqu'à l'assemblage définitif. Récemment, nous avons travaillé sur un cas intéressant: il s'agissait d'étudier pour un fabricant de chaussures comment faire varier les proportions générales d'une chaussure quand on en

modifiait la peinture. Un fabricant de pneus nous a également demandé d'améliorer la qualité de sa production. Bien que ces applications soient très différentes, on retrouve les mêmes contraintes, que l'on dessine une petite pièce mécanique ou un ensemble complexe. Le travail essentiel est d'expliquer au client l'utilisation de la tablette de digitalisation et du terminal, la manière dont on introduit la géométrie d'un objet dans le système, et sa souplesse d'utilisation. Nous dessinons des modèles à l'écran qui servent de point de départ à nos clients. En même temps, nous leur démontrons pourquoi et comment ils peuvent augmenter la productivité de leur entreprise en utilisant le système Applicon."

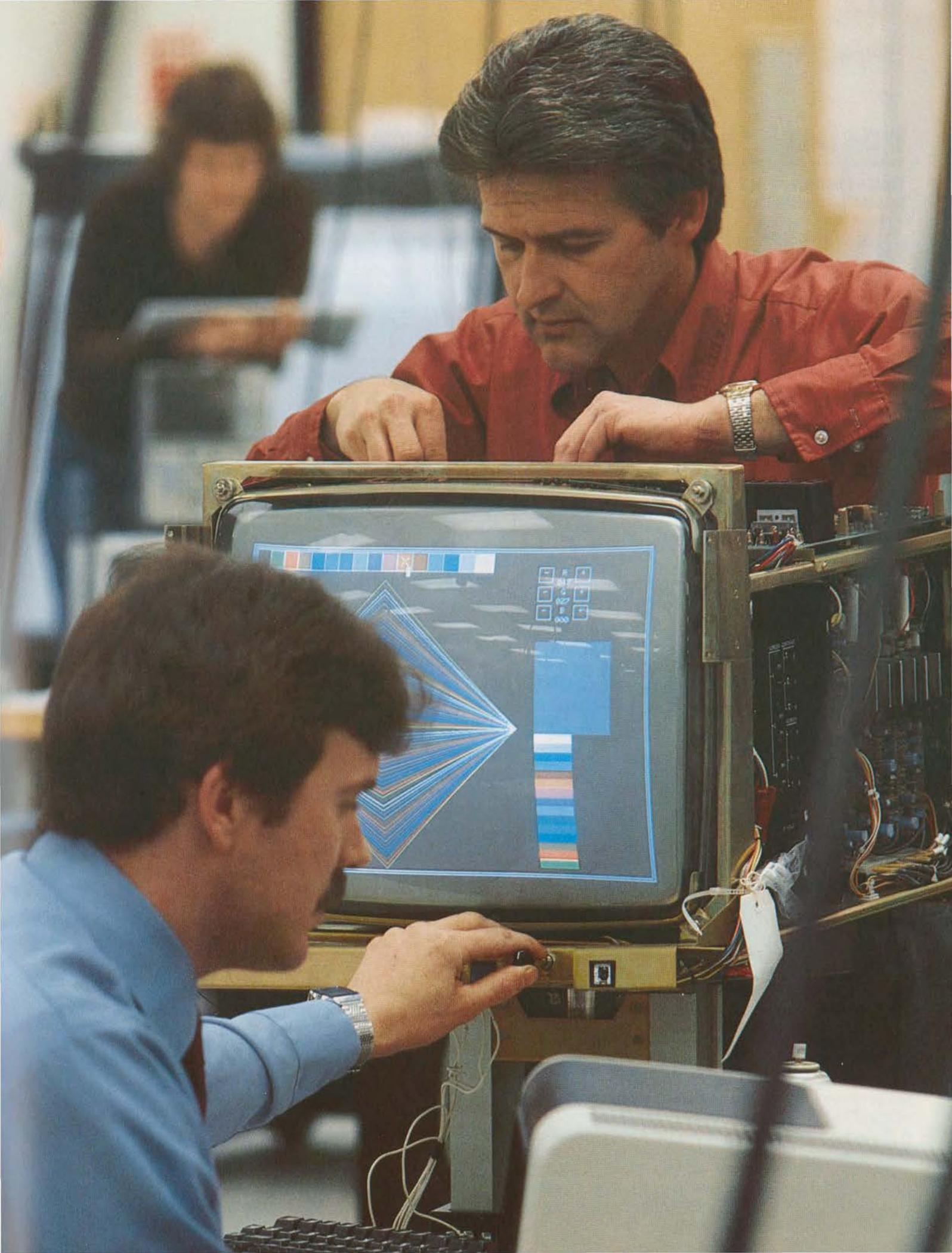
encore dans les domaines de la mécanique et de la résistance des matériaux. Le marché le plus prometteur pour la CAO/FAO est celui de la construction mécanique et de la fabrication industrielle, en raison du grand nombre et de la diversité des produits manufacturés en métal, en matière plastique, en verre ou en bois.

Pour sa part, MDSI fournit les logiciels permettant aux utilisateurs de machines à commande numérique d'écrire leurs instructions en langage courant, accessible au personnel des ateliers. Pour chacune de ces instructions, le logiciel MDSI produit à son tour cinquante instructions détaillées pour l'exécution du programme. Sans MDSI, elles devraient être rédigées à la main. Alors que la rédaction d'un programme en vue de la fabrication de pièces complexes peut exiger deux ou trois semaines de travail, le système MDSI permet de les rédiger en deux ou trois heures. MDSI fournit également des équipements tels que les traceurs qui permettent de dessiner les pièces mécaniques et les trajectoires d'outil. Conjointement avec Applicon, MDSI vend également des terminaux graphiques sur lesquels la forme des pièces et les trajectoires d'outils sont tracés automatiquement au fur et à mesure que l'ordinateur traite les programmes de définition de pièces et les instructions d'usinage. De plus, MDSI apporte à ses clients, par son système en temps partagé, une assistance informatique considérable. Un client peut, à son choix, soit transmettre par téléphone les données concernant une pièce pour faire réaliser les calculs correspondants, soit effectuer ces calculs lui-même dans son propre atelier avec un ordinateur fourni par MDSI. Avec 4.500 clients répartis dans le monde, MDSI est, dans ce domaine, la société de pointe.

**U**ne part immense du marché potentiel de la CAO/FAO reste encore à explorer; les applications "dessin industriel," entre autres, sont encore peu répandues. On estime que 5% seulement du marché couvert par la conception assistée par ordinateur a été exploité. Il est cependant certain que, dans l'avenir, les ingénieurs utiliseront les systèmes CAO/FAO aussi couramment qu'ils se servent des calculatrices aujourd'hui.

Pour Applicon et MDSI, l'effort doit porter principalement sur la formation d'un personnel qui sache analyser les besoins des clients. Cet effort doit être accentué étant donné la croissance des deux sociétés. Applicon emploie déjà 1.200 personnes et MDSI 850. "Il s'agit," dit encore Don Feddersen, "de vaincre la résistance au changement qui se manifeste dans toute entreprise en forte expansion."

*Dans un atelier d'Applicon, un agent technique, John Zilinski, et un ingénieur, Steve Lennon, à gauche, mettent au point le terminal d'un système graphique.*



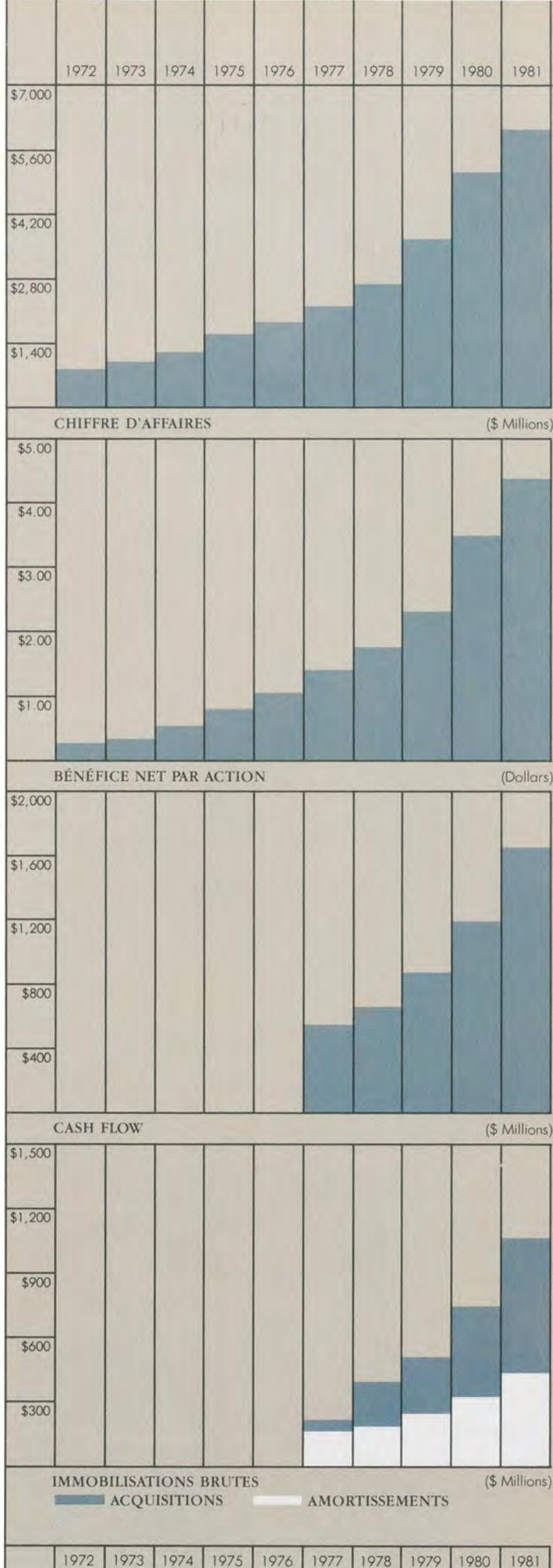
# RÉSULTATS FINANCIERS

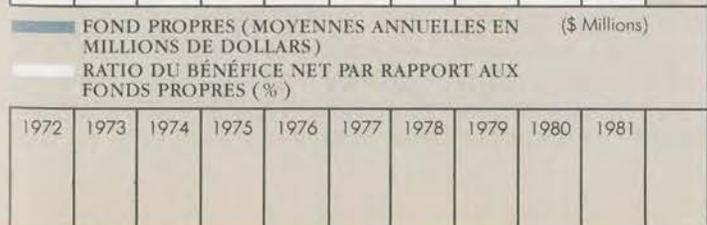
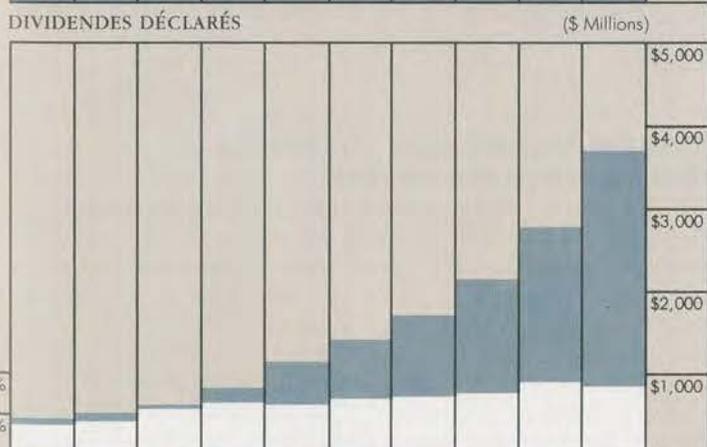
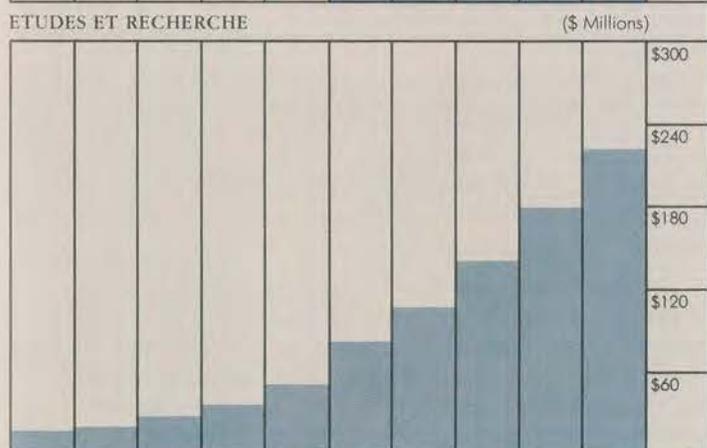
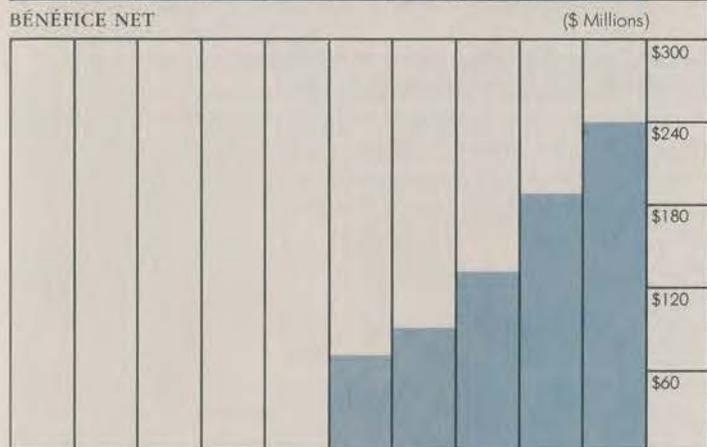
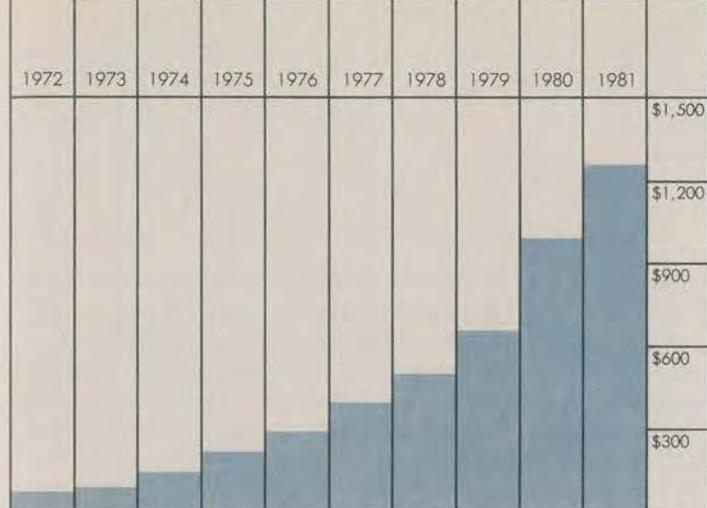
## RÉSULTATS D'EXPLOITATION

Le bénéfice net s'est élevé en 1981 à 1,27 milliard de dollars, contre 994 millions de dollars en 1980. Ce dernier chiffre incluait un profit de 70 millions de dollars, ou 0,24 dollar par action, réalisé au cours du quatrième trimestre sur la vente des actions de la société Rowan. Si l'on exclut ce profit exceptionnel, l'augmentation du bénéfice net en 1981 par rapport à l'année précédente est de 341 millions de dollars et le bénéfice net des années 1981, 1980 et 1979 a augmenté de 37%, 40% et 31% respectivement par rapport aux années précédentes. En 1981, le bénéfice net par action a atteint le chiffre record de 4,37 dollars contre 1,75 dollar en 1978.

Dans le secteur Services pétroliers, le chiffre d'affaires a augmenté respectivement de 35%, 38% et 25% en 1981, 1980 et 1979 par rapport aux années précédentes. Les Services de logging et les Services de forage et de mise en production ont contribué à ces augmentations. Le chiffre d'affaires des Services de logging en Amérique du Nord a progressé respectivement de 42%, 38% et 22% en 1981, 1980 et 1979 en raison du niveau élevé d'activité de forage aux États-Unis. Le nombre d'appareils de forage en opération à la fin de l'année aux États-Unis était de 36% supérieur à celui de l'année précédente. L'activité a été particulièrement soutenue dans la région des montagnes Rocheuses. Au Canada, elle a fléchi à la suite de la mise en application du Programme énergétique national. Le chiffre d'affaires des Services de logging en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique du Sud a progressé respectivement de 35%, 45% et 26% en 1981, 1980 et 1979. Les principales régions géographiques ont contribué à cette progression. Le chiffre d'affaires des Services de forage et de mise en production a augmenté respectivement de 28%, 33% et 25% en 1981, 1980 et 1979.

Le chiffre d'affaires de Mesure, Régulation et Composants, qui avait augmenté de 37% en 1980 et 54% en 1979, a diminué de 1% en 1981. Ce fléchissement résulte d'une réduction du chiffre d'affaires de Mesure et Régulation-Europe lorsqu'il est converti en dollars et de la crise dans l'industrie des semi-conducteurs qui continue d'affecter Fairchild. Une fraction importante de l'augmentation du chiffre d'affaires des années précédentes avait pour origine la consolidation des résultats de Fairchild à partir du 1er juillet 1979. Le chiffre d'affaires de Sangamo Weston a augmenté respectivement de 8%, 9% et 26% en 1981, 1980 et 1979. L'augmentation des ventes de caméras installées dans les postes de pilotage d'avions et d'équipements pour les Services de logging a été en partie compensée par les effets de la récession qui sévit aux États-Unis. Le chiffre d'affaires, exprimé en dollars, de Mesure et Régulation-Europe a diminué de 4% après avoir enregistré une augmentation de 19% en 1980 et de 21% en 1979. Cette diminution résulte de la conversion des monnaies nationales en dollars. Le chiffre d'affaires de Fairchild a diminué de 12% en 1981. La profonde récession qui affecte l'industrie des





semi-conducteurs a provoqué une baisse du volume des commandes et un fléchissement important des prix.

Le bénéfice d'exploitation (avant impôts) du secteur Services pétroliers a augmenté de 44%, 46% et 25% en 1981, 1980 et 1979 respectivement. Celui du secteur Mesure, Régulation et Composants a diminué de 43% en 1981 après avoir augmenté de 22% en 1980 et de 54% en 1979. Cette diminution du bénéfice d'exploitation avant impôts est essentiellement due à la récession dans l'industrie des semi-conducteurs et au raffermissement du dollar.

### REVENUS FINANCIERS

Les revenus financiers ont atteint le niveau élevé de \$183 millions en 1981 comparés à \$135 millions et \$82 millions en 1980 et 1979 respectivement. L'augmentation de 36% en 1981 par rapport à 1980 est due à des taux moyens d'intérêt plus élevés et à l'augmentation des fonds investis. À la fin de 1981, la Société avait \$1,66 milliard en dépôts à terme et titres de placement, une augmentation de 37% par rapport à 1980.

### ETUDES ET RECHERCHE

Les dépenses d'études et recherche se sont élevées à 240 millions de dollars, soit 52 millions de dollars de plus qu'en 1980 et 109 millions de dollars de plus qu'en 1979. Dans le secteur Services pétroliers, ces dépenses se sont élevées au cours de ces mêmes années respectivement à 106 millions de dollars, 80 millions de dollars et 64 millions de dollars. Dans le secteur Mesure, Régulation et Composants, elles ont été respectivement de 134, 108 et 67 millions de dollars. La plus grande partie de cette augmentation concerne Fairchild qui a dépensé respectivement 71, 50 et 17 millions de dollars en 1981, 1980 et 1979 en études et recherche.

### IMPÔTS SUR LES BÉNÉFICES

Globalement, le taux effectif d'imposition a été respectivement de 31%, 34%, et 35% pour les années 1981, 1980 et 1979. La baisse de trois points de pourcentage observée en 1981 par rapport à 1980 est à la fois due à des avantages résultant de modifications de la fiscalité et à une plus faible proportion des bénéfices réalisés dans les pays à forte fiscalité. L'estimation des impôts sur les bénéfices comprend aussi une provision destinée à couvrir les impôts sur les bénéfices qui pourraient ultérieurement devenir exigibles selon l'interprétation des lois et des règlements retenue par les autorités fiscales des différents pays.

### INVESTISSEMENTS

Le 12 janvier 1982, Schlumberger a procédé aux dernières formalités de la fusion d'Applicon avec une de ses filiales. Cette transaction a été réalisée par échange d'actions et sera traitée sur le plan comptable comme une fusion d'intérêts ("pooling-of-interests"). La Société a émis en-

viron 4 millions de ses propres actions en échange des actions en circulation d'Applicon. Applicon met au point et commercialise des systèmes graphiques interactifs utilisés pour la conception et pour la fabrication assistées par ordinateur. Le chiffre d'affaires et le bénéfice net d'Applicon pour l'année 1981 ont respectivement atteint 84 millions de dollars et 4 millions de dollars.

Le 21 janvier 1981, Schlumberger a procédé aux dernières formalités de la fusion de Manufacturing Data Systems Inc. (MDSI) avec une de ses filiales. Cette transaction a été réalisée par échange d'actions et est traitée sur le plan comptable, depuis 1981, comme une fusion d'intérêts. La Société a émis environ 2,9 millions de ses propres actions en échange des actions en circulation de MDSI.

## DEVISES

Les pertes de change se sont élevées à 32 millions de dollars en 1981 contre 19 millions de dollars et 5 millions de dollars, respectivement en 1980 et 1979. Les pertes enregistrées en 1981 et 1980 sont essentiellement dues au raffermissement du dollar par rapport à la plupart des devises européennes.

## IMMOBILISATIONS

Les investissements se sont élevés en 1981 à 1,06 milliard de dollars contre 748 millions en 1980.

La répartition de ces investissements par secteur d'activité a été la suivante:

	1981	1980
	<i>(en millions de dollars)</i>	
Services pétroliers		
Services de logging	\$ 526	\$357
Forage et mise en production	255	208
	781	565
Mesure, Régulation et Composants		
Sangamo Weston	20	24
Fairchild	166	95
Mesure et Régulation-Europe	67	59
MDSI	25	
	278	178
Autres	4	5
	\$1.063	\$748

## SITUATION FINANCIÈRE

A la fin de l'année, le fonds de roulement de la Société s'élevait à 1,64 milliard de dollars, en augmentation de 389 millions de dollars par rapport à l'année précédente. Le ratio des Valeurs réalisables et disponibles par rapport aux Dettes à court terme était de 1,86. Les postes Clients et autres débiteurs et Stocks ont augmenté à un rythme inférieur à celui du chiffre d'affaires.

Les liquidités de la Société (Caisses et banques plus Dépôts à terme et titres de placement, moins les emprunts) étaient de 962 millions de dollars et de 737 millions de dollars aux 31 décembre 1981 et 1980, respectivement. L'augmentation des liquidités reflète le niveau élevé de l'autofinancement.

## CAPITAL, COURS DES ACTIONS ET DIVIDENDES PAR ACTION

Le tableau suivant indique, pour chaque trimestre de 1981 et de 1980, les cours maxima et minima des actions ordinaires de la Société enregistrés à la Bourse de New York, ainsi que les dividendes versés par action:

	COURS		DIVIDENDES PAR ACTION
	MAXI	MINI	
1981*			
Trimestres			
premier	\$78½	\$65	\$0,167
deuxième	70⅞	58	0,167
troisième	71	49⅞	0,200
quatrième	58⅞	51⅞	0,200
1980*			
Trimestres			
premier	\$54⅞	\$39¼	\$0,122
deuxième	53¼	44¼	0,147
troisième	67⅞	51⅞	0,147
quatrième	87⅞	63	0,167

\*Les chiffres ont été corrigés pour tenir compte de la distribution d'une action nouvelle gratuite pour deux anciennes en juin 1981.

Le nombre d'actionnaires de la Société était d'environ 33.000 le 21 décembre 1981. Aucune restriction légale ou statutaire ne limite le paiement des dividendes, la propriété des actions ou le droit de vote qui leur est attaché. Les actionnaires ressortissants des États-Unis ne sont assujettis à aucune retenue à la source ni à aucun impôt payable au gouvernement des Antilles néerlandaises en raison de la possession de ces actions.

## INFORMATIONS SUR LES EFFETS DES VARIATIONS DE PRIX

Conformément aux principes comptables en vigueur, certaines informations financières sont présentées ci-dessous après avoir été corrigées pour tenir compte des effets des variations de prix. Ces principes n'exigent la correction, selon ces méthodes encore expérimentales, que d'une partie des informations décrivant la situation financière de la Société, et l'indice d'inflation spécifié est susceptible de ne pas refléter les effets de l'inflation sur les comptes de la Société. La Société suggère donc de ne pas considérer ces informations comme des données précises et de ne pas utiliser qu'avec une grande prudence lorsqu'il s'agit d'évaluer les effets de l'inflation ou de faire des comparaisons.

Comme l'exigent ces principes comptables, les informations présentées ont été recalculées selon les deux mé-

thodes des dollars constants et des coûts actuels.

La méthode fondée sur les variations du niveau général des prix (dollars constants) corrige les éléments évalués en coûts historiques: stocks et coût des ventes correspondant, immobilisations et amortissements. Ce calcul reflète l'évolution du niveau général des prix (dollars constants), telle que mesurée par l'Indice général des prix à la consommation (*Consumer Price Index for All Urban Consumers—CPI-U*).

Conformément aux règles comptables, cet indice, que la Société ne considère pas comme un indicateur approprié car il ne concerne que les activités sur le seul territoire des États-Unis, a été appliqué aux opérations et aux actifs aux États-Unis aussi bien qu'en dehors de ce pays.

La méthode fondée sur les variations de prix spécifiques (coûts actuels) a pour objet de montrer quelle aurait été l'incidence sur le bénéfice si tous les produits vendus par la Société avaient été achetés durant l'année en cours et si toutes les immobilisations avaient été remplacées aux prix de fin d'année et amorties sur ces nouvelles bases. Le coût actuel des immobilisations a été déterminé en utilisant divers indices, calculés par la Société ou par des sources extérieures, pour chaque catégorie d'actifs.

#### RÉSULTATS CONSOLIDÉS, AJUSTÉS POUR TENIR COMPTE DES EFFETS DES VARIATIONS DE PRIX

POUR L'EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE 1981

	D'APRÈS LES ÉTATS FINANCIERS	EN DOLLARS CONSTANTS	EN COÛTS ACTUELS
	<i>(en millions de dollars)</i>		
	<i>(valeur moyenne du dollar en 1981, sauf les montants repris des états financiers)</i>		
Chiffre d'affaires	\$5.978	\$5.978	\$5.978
Dépenses			
Coût des ventes et des services	3.244	3.369	3.427
Frais financiers	108	108	108
Autres dépenses	780	784	785
Impôts sur les bénéfices	580	580	580
Bénéfice net	\$1.266	\$1.137	\$1.078

Note: Évaluées au 31 décembre 1981 selon la méthode des coûts actuels, la valeur des stocks serait de 637 millions de dollars et celle des immobilisations (nette des amortissements cumulés) de 2,8 milliards de dollars. La dotation aux amortissements, telle qu'indiquée dans ce rapport, s'est élevée à 433 millions de dollars; après ajustement selon les méthodes des "dollars constants" et des "coûts actuels," la dotation s'élèverait respectivement à 503 et 563 millions de dollars.

#### COMPARAISON DE CERTAINES INFORMATIONS FINANCIÈRES RELATIVES AUX CINQ DERNIÈRES ANNÉES, AJUSTÉES POUR TENIR COMPTE DES EFFETS DES VARIATIONS DE PRIX

EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE	1981	1980	1979	1978	1977
<i>(sur la base de la valeur moyenne du dollar en 1981, sauf les montants repris des états financiers; en millions de dollars sauf pour les montants par action)</i>					
Chiffre d'affaires					
d'après les états financiers	\$5.978	\$5.137	\$3.641	\$2.684	\$2.206
en dollars constants	5.978	5.668	4.561	3.740	3.309
Bénéfice net					
d'après les états financiers	1.266	994	658	502	401
en dollars constants	1.137	987	720		
en coûts actuels	1.078	937	680		
Bénéfice net par action					
d'après les états financiers	4,37	3,47	2,30	1,75	1,39
en dollars constants	3,93	3,45	2,52		
en coûts actuels	3,72	3,27	2,38		
Perte sur les actifs nets monétaires due à la baisse du pouvoir d'achat	43	23	45		
Supplément de valeur en dollars constants par rapport aux coûts actuels*	(4)	88	46		
Actif net en fin d'année					
d'après les états financiers	4.235	3.218	2.400	1.900	1.550
en dollars constants	4.460	3.757	3.170		
en coûts actuels	4.536	3.895	3.345		
Dividendes déclarés par action					
d'après les états financiers	0,77	0,63	0,49	0,37	0,28
en dollars constants	0,77	0,69	0,61	0,51	0,42
Cours de l'action en fin d'année					
d'après les états financiers	55,88	78,00	41,67	28,07	21,55
en dollars constants	54,11	82,20	49,25	37,67	31,54
Indice moyen des prix à la consommation	272,3	246,8	217,4	195,4	181,5

\* Différence entre les augmentations de valeur des stocks et immobilisations détenus au cours de l'année selon qu'ils sont calculés par la méthode des dollars constants ou celle des coûts actuels.

## BILAN CONSOLIDÉ ACTIF

<b>AU 31 DÉCEMBRE</b>	<b>1981</b>	1980
		<i>(en milliers de dollars)</i>
VALEURS RÉALISABLES OU DISPONIBLES		
Caisses et banques	\$ 18.371	\$ 18.445
Dépôts à terme et titres de placement	1.663.817	1.217.448
Clients et autres débiteurs, moins provisions pour créances douteuses (1981 — \$24.854; 1980 — \$24.004)	1.182.776	1.050.792
Stocks	612.384	589.882
Autres valeurs réalisables ou disponibles	63.017	55.147
	<b>3.540.365</b>	<b>2.931.714</b>
PARTICIPATIONS DANS LES SOCIÉTÉS AFFILIÉES	221.472	167.582
TITRES DE PARTICIPATION ET CRÉANCES À LONG TERME	49.583	47.222
IMMOBILISATIONS, moins amortissements cumulés	2.390.909	1.758.592
PRIMES D'ACQUISITION DES TITRES DE PARTICIPATION, moins amortissements cumulés	291.212	296.270
AUTRES ACTIFS À LONG TERME	31.792	40.622
	<b>\$6.525.333</b>	<b>\$5.242.002</b>

VOIR NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

## BILAN CONSOLIDÉ PASSIF ET FONDS PROPRES

AU 31 DÉCEMBRE	1981	1980
		<i>(en milliers de dollars)</i>
DETTES À COURT TERME		
Fournisseurs, autres créanciers et frais à payer	\$ 780.066	\$ 730.666
Provisions pour impôts sur les bénéfices	623.048	642.940
Emprunts bancaires	428.894	193.488
Dividendes à payer	57.900	47.772
Fraction des dettes à long terme payable à moins d'un an	13.065	68.092
	1.902.973	1.682.958
DETTES À LONG TERME	278.339	237.701
AUTRES ÉLÉMENTS DE PASSIF	90.308	86.851
INTÉRÊTS MINORITAIRES DANS LES FILIALES	19.080	16.091
	2.290.700	2.023.601
FONDS PROPRES		
Capital — actions ordinaires	307.210	281.470
Bénéfices réinvestis	4.167.312	3.110.664
Actions rachetées par la Société (évaluées au prix d'achat)	(239.889)	(173.733)
	4.234.633	3.218.401
	\$6.525.333	\$5.242.002

VOIR NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

## RÉSULTATS CONSOLIDÉS

<b>EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE</b>	<b>1981</b>	1980	1979
		<i>(en milliers de dollars)</i>	
CHIFFRE D'AFFAIRES			
Exploitation	\$5.783.269	\$4.883.944	\$3.549.647
Intérêts et autres revenus	194.669	153.333	91.791
Plus-value sur vente des actions Rowan (avant impôts de \$30.131)	—	99.838	—
	<b>5.977.938</b>	<b>5.137.115</b>	<b>3.641.438</b>
DÉPENSES			
Coût des ventes et des services	3.243.837	2.813.089	2.061.392
Frais d'études et de recherche	240.289	188.152	131.334
Frais de vente	215.100	217.685	173.192
Frais généraux	324.914	299.731	209.981
Frais financiers	107.854	101.752	52.175
Impôts sur les bénéfices	579.969	522.359	354.968
	<b>4.711.963</b>	<b>4.142.768</b>	<b>2.983.042</b>
BÉNÉFICE NET	<b>\$1.265.975</b>	<b>\$ 994.347</b>	<b>\$ 658.396</b>
Bénéfice net par action*	\$ 4,37	\$ 3,47	\$ 2,30
Nombre moyen d'actions en circulation (en milliers)*	289.486	286.146	286.014

\*Ajustés pour tenir compte de la distribution gratuite d'une action nouvelle pour deux anciennes en juin 1981.

VOIR NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

## ÉTAT CONSOLIDÉ DES FONDS PROPRES\*

	ACTIONS ORDINAIRES				BÉNÉFICES REINVESTIS
	RACHETÉES PAR LA SOCIÉTÉ		ÉMISES		
	NOMBRE D' ACTIONS	VALEUR	NOMBRE D' ACTIONS	VALEUR	
	<i>(valeurs exprimées en milliers de dollars)</i>				
Solde au 1er janvier 1979	13.702.965	\$132.665	299.735.667	\$255.543	\$1.777.117
Rachat par la Société de ses propres actions	914.175	30.860			
Exercice des options d'achat d'actions			860.661	12.629	
Bénéfice net					658.396
Dividendes déclarés (\$0,49 par action)					(139.833)
Solde au 31 décembre 1979	14.617.140	163.525	300.596.328	268.172	2.295.680
Rachat par la Société de ses propres actions	205.200	10.208			
Exercice des options d'achat d'actions			731.805	13.298	
Bénéfice net					994.347
Dividendes déclarés (\$0,63 par action)					(179.363)
Solde au 31 décembre 1980	14.822.340	173.733	301.328.133	281.470	3.110.664
Rachat par la Société de ses propres actions	1.090.750	67.229			
Exercice des options d'achat d'actions	(51.554)	(537)	919.432	19.810	
Bénéfice net					1.265.975
Émission réalisée pour l'acquisition de MDSI	(2.883.220)	(536)		5.930	12.730
Dividendes déclarés (\$0,77 par action)					(222.057)
Solde au 31 décembre 1981	12.978.316	\$239.889	302.247.565	\$307.210	\$4.167.312

\*Le nombre d'actions et les montants par action ont été ajustés pour tenir compte de la distribution gratuite d'une action nouvelle pour deux anciennes en juin 1981.  
VOIR NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

## ÉTAT CONSOLIDÉ DE L'ORIGINE ET DE L'EMPLOI DES FONDS

<b>EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE</b>	<b>1981</b>	1980	1979
		<i>(en milliers de dollars)</i>	
<b>ORIGINE DU FONDS DE ROULEMENT</b>			
Bénéfice net	\$1.265.975	\$ 994.347	\$ 658.396
Ajouter (déduire)—montants n'affectant pas le fonds de roulement			
Amortissements des immobilisations corporelles et incorporelles	444.856	335.313	250.197
Plus-value sur la vente des actions Rowan	—	(69.707)	—
Participation dans le bénéfice net des sociétés mises en équivalence, moins dividendes reçus (1981—\$10.022; 1980—\$11.249; 1979—\$8.335)	(54.843)	(46.897)	(30.147)
Autres—nets	(10.841)	(28.355)	(12.474)
Fonds de roulement provenant de l'exploitation	1.645.147	1.184.701	865.972
Actif net de MDSI, rémunéré par émission d'actions	19.196	—	—
Accroissement des dettes à long terme	61.579	49.605	425.029
Retraits et cessions d'immobilisations corporelles	30.626	24.157	37.148
Diminution des titres de participation dans les sociétés non consolidées et des créances à long terme	—	9.265	—
Produits de la vente d'actions aux bénéficiaires d'options	20.347	13.298	12.629
Produits de la vente des actions Rowan, nets d'impôts	—	136.669	—
Autres—nets	(13.308)	4.413	1.396
Total de l'origine du fonds de roulement	1.763.587	1.422.108	1.342.174
<b>EMPLOI DU FONDS DE ROULEMENT</b>			
Actif net à long terme de Fairchild	—	—	407.747
Investissement dans Rowan	—	—	22.379
Accroissement des titres de participation dans les sociétés non consolidées et des créances à long terme	1.408	—	15.066
Achats d'immobilisations corporelles	1.063.316	748.235	503.415
Dividendes déclarés	222.057	179.363	139.833
Remboursement de dettes à long terme	20.941	301.533	66.985
Rachat par la Société de ses propres actions	67.229	10.208	30.860
Total des emplois du fonds de roulement	1.374.951	1.239.339	1.186.285
<b>AUGMENTATION NETTE DU FONDS DE ROULEMENT</b>	<b>\$ 388.636</b>	<b>\$ 182.769</b>	<b>\$ 155.889</b>
<b>L'AUGMENTATION DU FONDS DE ROULEMENT SE DÉCOMPOSE COMME SUIT</b>			
Augmentation des valeurs réalisables ou disponibles			
Caisses, banques, dépôts à terme et titres de placement	\$ 446.295	\$ 212.240	\$ 239.414
Clients et autres débiteurs	131.984	174.901	249.460
Stocks	22.502	101.525	146.364
Autres valeurs réalisables ou disponibles	7.870	10.227	8.753
(Augmentation) diminution des dettes à court terme			
Fournisseurs, charges et dividendes à payer	(59.528)	(92.996)	(259.847)
Provisions pour impôts sur les bénéfices	19.892	(151.412)	(154.560)
Emprunts bancaires et dettes à moins d'un an	(180.379)	(71.716)	(73.695)
<b>AUGMENTATION NETTE DU FONDS DE ROULEMENT</b>	<b>\$ 388.636</b>	<b>\$ 182.769</b>	<b>\$ 155.889</b>

VOIR NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

# NOTES SUR LES ÉTATS FINANCIERS CONSOLIDÉS

## MÉTHODES COMPTABLES ADOPTÉES

**L**es états financiers consolidés de Schlumberger Limited ont été préparés conformément aux principes comptables généralement admis aux États-Unis. Dans ce cadre, les principales méthodes comptables en vigueur dans le groupe sont exposées ci-dessous.

### PRINCIPES DE CONSOLIDATION

Les états financiers consolidés intègrent les comptes de toutes les filiales importantes dans lesquelles Schlumberger détient une participation majoritaire. Les principales sociétés dans lesquelles Schlumberger détient une participation comprise entre 20% et 50% sont incluses dans le bilan sous la rubrique "Participations dans les sociétés affiliées," pour une valeur égale à la quote-part de Schlumberger dans leurs actifs nets (mise en équivalence). Les recettes et dépenses de Dowell Schlumberger, société du secteur des Services pétroliers détenue à 50%, ont été incluses dans les rubriques appropriées des "Résultats consolidés," au prorata de la participation de Schlumberger. La quote-part des bénéfices après impôts des autres sociétés mises en équivalence est incluse dans la rubrique "Intérêts et autres revenus."

### CONVERSION DES DEVICES AUTRES QUE LE DOLLAR

Les éléments du bilan comptabilisés en devises autres que le dollar des États-Unis ont été convertis aux taux de change en vigueur à la clôture de l'exercice (taux de change courants), à l'exception des stocks, des immobilisations corporelles et incorporelles et des titres de participation qui ont été convertis à des taux en vigueur au moment de leur acquisition ou création (taux historiques). Les éléments du compte de résultats ont été convertis à des taux de change moyens, hormis les amortissements des immobilisations corporelles et incorporelles et les stocks qui ont été convertis aux taux de change en vigueur au moment de leur acquisition ou création. Les ajustements résultant de ces conversions, ainsi que les profits ou les pertes réalisés sur les opérations de change à terme, sont comptabilisés dans les résultats de l'exercice.

### PLACEMENTS À COURT TERME

Les placements à court terme sont comptabilisés au prix d'achat majoré des produits financiers à recevoir, et concernent essentiellement des dépôts à terme en dollars.

### STOCKS

Les stocks sont généralement évalués au prix de revient moyen ou standard (ce dernier étant alors équivalent au prix de revient moyen), ou au prix du marché si celui-ci est inférieur au prix de revient.

### IMMOBILISATIONS ET AMORTISSEMENTS

Les immobilisations sont évaluées à leur prix d'acquisition diminué des amortissements; les amortissements sont calculés et imputés aux résultats selon le mode linéaire basé sur la durée probable d'utilisation des immobilisations. L'équipement technique pétrolier fabriqué par la Société est inclus, au prix de revient, dans les immobilisations. Les dépenses encourues pour les remises en état, remplace-

ments et modernisations des immobilisations sont capitalisées. Les dépenses d'entretien et de réparation sont imputées immédiatement aux frais d'exploitation. Lors de la vente ou de la cession d'une immobilisation, son prix d'acquisition et les amortissements cumulés correspondants sont déduits des comptes du bilan et le montant net, diminué du prix de vente, est passé en perte ou en profit dans les comptes de résultats.

### PRIMES D'ACQUISITION DES TITRES DE PARTICIPATION

L'excédent du prix d'acquisition sur la valeur raisonnablement estimée de l'actif net des sociétés acquises représente une prime d'acquisition; ces primes sont en général amorties linéairement sur 40 ans. Les amortissements cumulés constatés à ce titre étaient respectivement de 32 millions et de 25 millions de dollars aux 31 décembre 1981 et 1980.

### PLANS DE RETRAITE ET D'INTÉRESSEMENT DIFFÉRÉ

La Société et ses filiales ont adopté plusieurs plans facultatifs de retraite et d'intéressement différé en faveur de la presque totalité de leurs cadres et de leur personnel, aux États-Unis comme dans les autres pays. Ces plans sont presque intégralement couverts par des versements effectués auprès de trustees, tant pour les services passés que présents. Les charges comptabilisées dans l'exercice sont déterminées par des actuaires indépendants.

En France, les principaux régimes de retraite sont établis par des conventions collectives négociées pour l'ensemble du pays par tous les employeurs et les syndicats d'un même secteur d'activité. Les pensions, lorsqu'elles sont payées, ne le sont pas par l'employeur lui-même; elles sont prélevées sur des fonds alimentés par les cotisations payées obligatoirement par les employeurs dans chaque secteur d'activité et déterminées en fonction du salaire des employés. Les cotisations de l'année sont comptabilisées dans les charges de l'exercice.

### IMPÔTS SUR LES BÉNÉFICES

Schlumberger et ses filiales calculent l'impôt à payer sur les bénéfices en fonction des divers codes et règlements fiscaux en vigueur dans les nombreux pays dans lesquels les bénéfices sont réalisés. Les taux d'imposition fixés par les autorités fiscales de ces pays varient considérablement. Le bénéfice imposable peut être différent du bénéfice avant impôts tel qu'il ressort des états financiers. Dans la mesure où la différence est due au fait que certains revenus et certains frais peuvent être imputables à un exercice donné pour le calcul de l'impôt, et à un autre exercice pour la détermination du résultat comptable, des provisions appropriées pour impôts différés sur les bénéfices sont constituées. Ces provisions n'ont pas été significatives en 1981, 1980 et 1979.

Au 31 décembre 1981, environ 4,1 milliards de dollars de bénéfices consolidés réinvestis représentaient les bénéfices non distribués des filiales consolidées ainsi que la quote-part des bénéfices non distribués revenant à Schlumberger dans les sociétés détenues de 20% à 50%. La politique de la Société étant de réinvestir la quasi-totalité de ces bénéfices, il n'a donc pas été constitué de provision

pour les impôts qui seraient dus sur la répartition de ceux-ci, ces bénéfices étant considérés comme réinvestis indéfiniment.

Les crédits d'impôts pour investissements et autres déductions fiscales prévus par les législations fiscales des États-Unis et des autres pays sont déduits de l'impôt sur les bénéfices de l'année au cours de laquelle ils ont pris naissance.

#### BÉNÉFICE NET PAR ACTION

Le bénéfice net par action est calculé en divisant le bénéfice net par le nombre moyen d'actions ordinaires en circulation au cours de l'exercice.

#### FRAIS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE

Tous les frais d'études et de recherche, ainsi que les dépenses relatives aux brevets et aux droits qui pourraient en résulter, sont pris en charge immédiatement.

#### ACQUISITION DE FAIRCHILD

La Société a acheté en 1979, pour un total de 425 millions de dollars y compris les frais afférents à cette acquisition, la société Fairchild Camera and Instrument Corporation. Cette acquisition a été comptabilisée comme un achat (*purchase accounting*) et les comptes de Fairchild ont été consolidés avec ceux de la Société au 1er juillet 1979.

Si les comptes de Fairchild avaient été consolidés avec ceux de Schlumberger pour toute l'année 1979, le chiffre d'affaires de la Société, le bénéfice net et le bénéfice net par action auraient été de 4 milliards, 666 millions et 2,33 dollars respectivement.

#### IMMOBILISATIONS

Les immobilisations corporelles se répartissent comme suit:

31 DÉCEMBRE	1981	1980
	<i>(en millions de dollars)</i>	
Terrains	\$ 58	\$ 46
Immeubles et agencements	509	384
Matériel et équipement	3.284	2.439
Prix de revient total	3.851	2.869
A déduire:		
amortissements cumulés	1.460	1.110
	\$2.391	\$1.759

Les durées de vie estimées des immeubles et agencements vont de 8 à 50 ans, et celles du matériel et de l'équipement de 2 à 15 ans.

#### PLUS-VALUE SUR LA VENTE DES ACTIONS DE ROWAN

Au cours du quatrième trimestre 1980, la Société a vendu ses actions Rowan et réalisé une plus-value avant impôt de 100 millions de dollars. Le montant de l'impôt sur cette plus-value s'est élevé à 30 millions de dollars et est inclus dans les Impôts sur les bénéfices des Résultats consolidés. Cette cession a eu pour effet d'accroître le bénéfice net de 1980 (et celui du quatrième trimestre) d'un montant de 70 millions de dollars, soit une augmentation de bénéfice net par action de 0,24 dollar.

#### CAPITAL

Le tableau ci-dessous donne la répartition des actions ordinaires de la Société, d'une valeur nominale de 1 dollar, après correction pour tenir compte de la distribution d'une action nouvelle gratuite pour deux anciennes intervenue en juin 1981:

31 DÉCEMBRE	1981	1980
Nombre d'actions autorisées — 500.000.000		
Nombre d'actions émises	302.247.565	301.328.133
Nombre d'actions possédées par la Société	(12.978.316)	(14.822.340)
Nombre d'actions en circulation	289.269.249	286.505.793

Les options d'achat d'actions ordinaires de la Société accordées aux directeurs et cadres supérieurs le sont à un prix égal à 100% du cours de l'action à la date où le droit à option a été octroyé.

La Société a repris à sa charge, et aux mêmes conditions, les options octroyées par MDSI à ses employés.

Les transactions intervenues au titre des plans d'options d'achat d'actions ont été les suivantes:

	NOMBRE D'ACTION*	PRIX D'OPTION PAR ACTION*
Solde au 1er janvier 1980	3.389.252	\$14,09-42,50
Options accordées	508.938	\$40,56-72,04
Options exercées	(731.805)	\$14,09-42,50
Options caduques ou annulées	(81.451)	\$16,72-57,06
Solde au 31 décembre 1980	3.084.934	\$14,09-72,04
Options accordées	992.550	\$54,38-69,42
Options reprises de MDSI	333.320	\$ 1,56-74,82
Options exercées	(963.865)	\$ 1,56-57,06
Options caduques ou annulées	(144.347)	\$ 1,57-69,42
Solde au 31 décembre 1981	3.302.592	\$ 1,57-74,82
Options pouvant être exercées au 31 décembre 1981	926.721	\$ 1,57-72,04
Disponibles pour les plans d'options d'achat d'actions au 31 décembre 1980	9.397.682	
au 31 décembre 1981	11.889.951**	

\*Après correction pour tenir compte de la distribution d'une action nouvelle gratuite pour deux anciennes en juin 1981.

\*\*Comprend 2.932.496 actions dont l'émission a été autorisée par le Conseil d'administration sous réserve de l'approbation des actionnaires.

#### LIGNES DE CRÉDIT

La principale filiale de Schlumberger aux États-Unis a passé avec plusieurs banques un accord de crédit renouvelable lui donnant la faculté d'emprunter, jusqu'au 31 décembre 1988, 600 millions de dollars supplémentaires, au taux de base bancaire ou à un autre taux du marché monétaire, dont 200 millions avaient été utilisés au 31 décembre 1981. De plus, sur les lignes de crédit à court terme dont pouvait disposer la Société, 224 millions de dollars n'avaient pas été utilisés au 31 décembre 1981.

## DETTES À LONG TERME

Les dettes à long terme, nettes des montants venant à échéance à moins d'un an, s'analysent comme suit:

31 DÉCEMBRE	1981	1980
	<i>(en millions de dollars)</i>	
Emprunt bancaire remboursable en 1988, intérêts au taux de base bancaire ou à un autre taux du marché monétaire	\$200	\$200
Autres emprunts bancaires	78	38
	\$278	\$238

Ces dettes sont remboursables principalement en dollars selon l'échéancier suivant exprimé en millions de dollars: 9 (1983), 13 (1984), 8 (1985), 31 (1986), 217 (les années suivantes).

## IMPÔT SUR LES BÉNÉFICES

La Société est constituée selon les lois des Antilles néerlandaises, où elle est passible d'un impôt sur les bénéfices au taux de 3%. La Société et ses filiales exercent leurs activités dans plus de 100 juridictions fiscales différentes, avec des taux d'imposition allant jusqu'à 50%. Sur le chiffre d'affaires d'exploitation consolidé de 5,8 milliards de dollars réalisé en 1981, 2,5 milliards ont été réalisés aux États-Unis et au Canada. Le taux effectif d'impôts sur les bénéfices mondialement réalisés ressort à 31% en 1981, 34% en 1980 et 35% en 1979.

## PASSIF ÉVENTUEL

En 1980, l'Alexander Kielland, un hôtel flottant utilisé pour l'hébergement des équipes travaillant en mer du Nord, a chaviré lors d'une tempête. L'infrastructure de cet hôtel flottant était à l'origine celle d'une plate-forme de forage, construite par un chantier naval indépendant, d'après des plans fournis sous licence par une filiale de la Société. Cette filiale a été ni propriétaire et n'a pas participé à l'exploitation de la plate-forme lors de son utilisation pour les forages ni à sa transformation et exploitation en hôtel flottant. Une commission nommée par le gouvernement norvégien a mené une enquête sur cet accident et déposé son rapport. En octobre 1981 et en février 1982, Phillips Petroleum Company, en Norvège, ainsi que huit autres sociétés membres du même groupe d'exploitation du gisement d'Ekofisk, et les assureurs norvégiens ont intenté un procès à la filiale de la Société, au chantier naval et à un sous-traitant, pour obtenir une indemnisation d'environ 115 millions de dollars.

Bien que la Société pense ne pas avoir de responsabilité dans cette affaire, toute procédure portera sur des points complexes de droit international et pourrait s'étendre sur plusieurs années, entraînant ainsi des frais importants. La Société pense que tout passif éventuellement mis à sa charge à l'issue de cette affaire ne devrait pas avoir d'effet significatif sur sa situation financière ou ses résultats.

## PARTICIPATION DANS LES SOCIÉTÉS AFFILIÉES

Les participations dans les sociétés affiliées comprennent principalement les sociétés dans lesquelles Schlumberger détient une participation de 20% à 50%.

Aux 31 décembre 1981 et 1980, la part de la Société dans les bénéfices non distribués de ces sociétés affiliées s'élevait respectivement à 204 millions et 150 millions de dollars.

## BAUX ET ENGAGEMENTS DE LOCATION

Le montant total des dépenses de location s'est élevé à 125 millions de dollars en 1981, 93 millions en 1980 et 68 millions en 1979. Les engagements minima de location non résiliables pour les prochains exercices sont les suivants: en millions de dollars: 1982—37; 1983—30; 1984—20; 1985—14; 1986—10. Ces engagements passeront de 31 à 10 millions de dollars pour les trois périodes quinquennales suivantes. Pour la durée des baux restant à courir ensuite, le montant total des engagements s'élève à 18 millions de dollars. Les engagements de location non résiliables concernent surtout des immeubles et des bureaux.

## RAPPEL D'IMPÔTS

Ainsi qu'il a déjà été indiqué, l'U.S. Internal Revenue Service a terminé son examen des déclarations fiscales de Schlumberger aux États-Unis pour les exercices 1970 à 1975 inclus, et a proposé des redressements supplémentaires au titre des bénéfices résultant des activités des services de mesures dans les sondages (logging) sur le plateau continental des États-Unis. Des redressements similaires sont prévus pour les années postérieures à 1975.

La Société conteste ces redressements. La direction estime que les provisions pour impôts sur les bénéfices sont appropriées et que tout ajustement qui pourra se révéler nécessaire n'affectera pas de manière significative la situation financière ou les résultats de la Société.

## PLANS DE RETRAITE ET D'INTÉRESSEMENT DIFFÉRÉ

Les charges comptabilisées au titre des plans de retraite et d'intéressement différé se sont élevées en 1981, 1980 et 1979 à 77 millions, 79 millions et 55 millions de dollars; en France les cotisations versées au titre des régimes obligatoires de retraite se sont élevées, pour les mêmes exercices, à 24 millions, 26 millions et 22 millions de dollars.

La valeur actuelle des avantages acquis par les bénéficiaires des plans constitués aux États-Unis et au Canada (calculée à partir de bases actuarielles) s'élevait à 139 millions de dollars au 1er janvier 1981 et à 124 millions de dollars au 1er janvier 1980; ces montants représentent dans leur quasi-totalité des avantages acquis sans condition ultérieure d'attribution. La valeur totale des actifs nets représentant les investissements faits au titre de ces plans s'élevait à 230 millions et 175 millions de dollars, aux 1er janvier 1981 et 1980. Pour les deux années, la valeur actuelle des avantages acquis a été calculée sur la base d'un taux d'actualisation se situant entre 6 et 7%.

## INFORMATIONS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ ET ZONE GÉOGRAPHIQUE

Les activités de la Société comprennent deux secteurs: le secteur des Services pétroliers et le secteur Mesure, Régulation et Composants. Le secteur des Services pétroliers fournit des services à l'industrie pétrolière dans le monde entier. Le secteur Mesure, Régulation et Composants fabrique des équipements et des matériels de mesure, des composants électroniques, des équipements de régulation et fournit des services de conception et de fabrication assistées par ordinateur. Ces produits et services sont destinés principalement aux sociétés de distribution d'électricité, de gaz et d'eau, à l'industrie et au secteur public, aux États-Unis et en Europe. Ces services et produits font l'objet de commentaires plus détaillés dans la première partie du rapport.

SECTEURS D'ACTIVITÉ—1981				
	SECTEUR DES SERVICES PÉTROLIERS	SECTEUR MESURE, RÉGULATION ET COMPOSANTS	AJUSTEMENTS ET ÉLIMINATIONS	TOTAL CONSOLIDÉ
<i>(en millions de dollars)</i>				
Chiffre d'affaires d'exploitation				
Clients	\$ 3.788	\$ 1.995	\$ —	\$ 5.783
Transferts entre secteurs	—	124	(124)	—
	\$ 3.788	\$ 2.119	\$ (124)	\$ 5.783
Bénéfice d'exploitation	\$ 1.702	\$ 131	\$ (25)	\$ 1.808
Frais financiers				(108)
Intérêts et autres revenus				146
moins autres frais — \$49				
Bénéfice avant impôts				\$ 1.846
Dotations aux amortissements	\$ 351	\$ 81	\$ 1	\$ 433
Acquisitions d'immobilisations	\$ 781	\$ 278	\$ 4	\$ 1.063
Au 31 décembre 1981				
Actifs attribuables				
aux secteurs d'activité	\$ 2.873	\$ 2.012	\$ (86)	\$ 4.799
Actifs non attribuables				1.726
Total des actifs				\$ 6.525
SECTEURS D'ACTIVITÉ—1980				
Chiffres d'affaires d'exploitation				
Clients	\$ 2.814	\$ 2.070	\$ —	\$ 4.884
Transferts entre secteurs	—	77	(77)	—
	\$ 2.814	\$ 2.147	\$ (77)	\$ 4.884
Bénéfice d'exploitation	\$ 1.184	\$ 230	\$ (14)	\$ 1.400
Frais financiers				(102)
Intérêts et autres revenus,				119
moins autres frais — \$34				
Plus-value sur vente				100
des actions Rowan				
Bénéfice avant impôts				\$ 1.517
Dotations aux amortissements	\$ 256	\$ 66	\$ 1	\$ 323
Acquisitions d'immobilisations	\$ 565	\$ 178	\$ 5	\$ 748
Au 31 décembre 1980				
Actifs attribuables				
aux secteurs d'activité	\$ 2.173	\$ 1.837	\$ (48)	\$ 3.962
Actifs non attribuables				1.280
Total des actifs				\$ 5.242
SECTEURS D'ACTIVITÉ—1979				
Chiffres d'affaires d'exploitation				
Clients	\$ 2.037	\$ 1.513	\$ —	\$ 3.550
Transferts entre secteurs	1	59	(60)	—
	\$ 2.038	\$ 1.572	\$ (60)	\$ 3.550
Bénéfice d'exploitation	\$ 809	\$ 189	\$ (14)	\$ 984
Frais financiers				(52)
Intérêts et autres revenus,				81
moins autres frais — \$11				
Bénéfice avant impôts				\$ 1.013
Dotations aux amortissements	\$ 197	\$ 43	\$ 2	\$ 242
Acquisitions d'immobilisations	\$ 405	\$ 96	\$ 2	\$ 503
Au 31 décembre 1979				
Actifs attribuables				
aux secteurs d'activité	\$ 1.630	\$ 1.624	\$ (31)	\$ 3.223
Actifs non attribuables				1.127
Total des actifs				\$ 4.350

## ZONES GÉOGRAPHIQUES—1981

	(en millions de dollars)					
	ÉTATS- UNIS ET CANADA	FRANCE	AUTRES PAYS EURO- PÉENS	AUTRES PAYS	AJUSTE- MENTS ET ÉLIMI- NATIONS	TOTAL CONSO- LIDÉ
Chiffre d'affaires d'exploitation						
Clients	\$2.112	\$700	\$721	\$2.250	\$ —	\$5.783
Transferts entre zones	363	208	10	318	(899)	—
	\$2.475	\$908	\$731	\$2.568	\$(899)	\$5.783
Bénéfice d'exploitation	\$ 603	\$ 84	\$208	\$ 958	\$( 45)	\$1.808
Frais financiers						(108)
Intérêts et autres revenus moins autres frais — \$49						146
Bénéfice avant impôts						\$1.846
Au 31 décembre						
Actifs attribuables aux zones géographiques	\$1.971	\$702	\$485	\$1.818	\$(177)	\$4.799
Actifs non attribuables						1.726
Total des actifs						\$6.525

Les transferts entre secteurs d'activité et zones géographiques sont pour la plupart effectués aux prix normaux pratiqués avec les clients hors groupe. Certains équipements du secteur des Services pétroliers sont fabriqués par ce secteur: d'autres sont fournis par le secteur Mesure, Régulation et Composants. Les actifs non attribuables sont représentés principalement par des placements à court terme.

Au cours des exercices clos les 31 décembre 1981, 1980 et 1979, la Société n'a réalisé avec aucun client ou organisme public un chiffre d'affaires supérieur à 10% du chiffre d'affaires consolidé.

## ZONES GÉOGRAPHIQUES—1980

Chiffres d'affaires d'exploitation						
Clients	\$1.747	\$745	\$677	\$1.715	\$ —	\$4.884
Transferts entre zones	288	180	23	256	(747)	—
	\$2.035	\$925	\$700	\$1.971	\$(747)	\$4.884
Bénéfice d'exploitation	\$ 486	\$ 93	\$177	\$ 657	\$( 13)	\$1.400
Frais financiers						(102)
Intérêts et autres revenus, moins autres frais — \$34						119
Plus-value sur vente des actions Rowan						100
Bénéfice avant impôts						\$1.517
Au 31 décembre						
Actifs attribuables aux zones géographiques	\$1.563	\$714	\$401	\$1.406	\$(122)	\$3.962
Actifs non attribuables						1.280
Total des actifs						\$5.242

## ZONES GÉOGRAPHIQUES—1979

Chiffres d'affaires d'exploitation						
Clients	\$1.206	\$619	\$469	\$1.256	\$ —	\$3.550
Transferts entre zones	149	131	7	94	(381)	—
	\$1.355	\$750	\$476	\$1.350	\$(381)	\$3.550
Bénéfice d'exploitation	\$ 349	\$ 82	\$118	\$ 448	\$( 13)	\$ 984
Frais financiers						(52)
Intérêts et autres revenus, moins autres frais — \$11						81
Bénéfice avant impôts						\$1.013
Au 31 décembre						
Actifs attribuables aux zones géographiques	\$1.369	\$633	\$340	\$1.023	\$(142)	\$3.223
Actifs non attribuables						1.127
Total des actifs						\$4.350

### INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Le chiffre d'affaires d'exploitation et le coût correspondant des produits vendus et des services fournis s'analysent comme suit:

EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE	1981	1980	1979
	<i>(en millions de dollars)</i>		
Chiffre d'affaires d'exploitation			
Ventes	\$2.058	\$2.128	\$1.557
Services	3.725	2.756	1.993
	\$5.783	\$4.884	\$3.550
Coûts directs d'exploitation			
Produits vendus	\$1.402	\$1.393	\$ 998
Services	1.842	1.420	1.063
	\$3.244	\$2.813	\$2.061

Dans les Intérêts et autres revenus sont inclus les produits financiers, perçus principalement sur les placements à court terme, qui se sont élevés à 183 millions, 135 millions et 82 millions de dollars en 1981, 1980 et 1979.

Le poste Fournisseurs, autres créanciers et frais à payer se ventile comme suit:

31 DÉCEMBRE	1981	1980
	<i>(en millions de dollars)</i>	
Rémunérations, congés payés et autres frais de personnel	\$228	\$205
Fournisseurs	302	285
Autres	250	241
	\$780	\$731

### RAPPORT DES RÉVISEURS COMPTABLES

PRICE WATERHOUSE  
153 EAST 53RD STREET  
NEW YORK 10022

LE 10 FÉVRIER 1982

RAPPORT DES RÉVISEURS COMPTABLES AUX ADMINISTRATEURS ET ACTIONNAIRES DE SCHLUMBERGER LIMITED:

À notre avis, les états financiers consolidés ci-joints, bilan, compte de résultats, état des fonds propres, état de l'origine et de l'emploi des fonds, présentent de façon sincère et régulière la situation financière de Schlumberger Limited et de ses filiales aux 31 décembre 1981 et 1980 ainsi que leurs résultats et l'origine et l'emploi de leurs fonds pour les exercices 1981, 1980 et 1979; ces états financiers consolidés ont été préparés conformément aux principes comptables généralement admis, appliqués de façon constante. Notre examen de ces états a été effectué conformément aux normes de révision comptable généralement admises et a compris, en conséquence, les sondages de la comptabilité et autres procédures de révision comptable que nous avons jugés nécessaires en la circonstance.



### RÉSULTATS TRIMESTRIELS (NON CERTIFIÉS PAR LES RÉVISEURS COMPTABLES)

Le tableau ci-dessous résume les résultats de chacun des quatre trimestres des exercices se terminant les 31 décembre 1981, 1980 et 1979:

	EXPLOITATION		BÉNÉFICE NET	
	CHIFFRE D'AFFAIRES	BÉNÉFICE BRUT*	TOTAL	PAR ACTION**
1981				
		<i>(en millions de dollars)</i>		<i>(en dollars)</i>
Premier trimestre	\$1.404	\$ 625	\$ 271	\$0,94
Deuxième trimestre	1.414	618	298	1,03
Troisième trimestre	1.398	611	338	1,16
Quatrième trimestre	1.567	685	359	1,24
	\$5.783	\$2.539	\$1.266	\$4,37
1980				
Premier trimestre	\$1.130	\$ 480	\$ 191	\$0,67
Deuxième trimestre	1.206	514	234	0,82
Troisième trimestre	1.234	529	249	0,87
Quatrième trimestre	1.314	548	320***	1,11***
	\$4.884	\$2.071	\$ 994***	\$3,47***
1979				
Premier trimestre	\$ 735	\$ 304	\$ 128	\$0,45
Deuxième trimestre	782	338	161	0,56
Troisième trimestre	962	407	174	0,61
Quatrième trimestre	1.071	440	195	0,68
	\$3.550	\$1.489	\$ 658	\$2,30

\*Chiffre d'affaires d'exploitation moins coût des produits vendus et services fournis

\*\*Après correction pour tenir compte de la distribution d'une action nouvelle gratuite pour deux anciennes en juin 1981

\*\*\*Y compris la plus-value réalisée sur la vente d'actions Rowan, soit 70 millions de dollars (\$0,24 par action)

## RÉCAPITULATION DES CINQ DERNIÈRES ANNÉES

<b>EXERCICE CLOS LE 31 DÉCEMBRE</b>	<b>1981</b>	1980*	1979**	1978	1977
<i>(en millions de dollars sauf pour les montants par action)</i>					
<b>RÉCAPITULATION DES CHIFFRES RELATIFS À L'EXPLOITATION</b>					
Chiffres d'affaires					
Secteur des Services pétroliers	\$3.788	\$2.814	\$2.037	\$1.636	\$1.310
Mesure, Régulation et Composants	1.995	2.070	1.513	983	850
Intérêts et autres revenus	195	153	91	65	46
Plus-value sur la vente des actions Rowan	—	100	—	—	—
	<b>\$5.978</b>	<b>\$5.137</b>	<b>\$3.641</b>	<b>\$2.684</b>	<b>\$2.206</b>
% d'augmentation sur l'année précédente	16%	41%	36%	22%	20%
Coût des ventes et des services	\$3.244	\$2.813	\$2.061	\$1.499	\$1.231
Bénéfice d'exploitation					
Secteur des Services pétroliers	\$1.702	\$1.184	\$ 809	\$ 648	\$ 540
Mesure, Régulation et Composants	131	230	189	122	93
Éliminations	(25)	(14)	(14)	(6)	(1)
	<b>\$1.808</b>	<b>\$1.400</b>	<b>\$ 984</b>	<b>\$ 764</b>	<b>\$ 632</b>
% d'augmentation sur l'année précédente	29%	42%	29%	21%	37%
Frais financiers	\$ 108	\$ 102	\$ 52	\$ 18	\$ 16
Impôts sur les bénéfices	\$ 580	\$ 522	\$ 355	\$ 295	\$ 248
Bénéfice net	\$1.266	\$ 994	\$ 658	\$ 502	\$ 401
% d'augmentation sur l'année précédente	27%	51%	31%	25%	37%
Par action ordinaire					
Bénéfice net	\$ 4,37	\$ 3,47	\$ 2,30	\$ 1,75	\$ 1,39
Dividende déclaré	\$ 0,77	\$ 0,63	\$ 0,49	\$ 0,37	\$ 0,28
<b>RÉCAPITULATION DES DONNÉES FINANCIÈRES</b>					
Bénéfice net en % du chiffre d'affaires	21%	19%	18%	19%	18%
Rentabilité par rapport à la moyenne des capitaux investis	34%	36%	31%	29%	28%
Acquisitions d'immobilisations corporelles	\$1.063	\$ 748	\$ 503	\$ 393	\$ 212
Dotations aux amortissements des immobilisations corporelles	\$ 433	\$ 323	\$ 242	\$ 184	\$ 159
Nombre moyen d'actions en circulation au cours de l'exercice (en millions)	289	286	286	286	291
<b>AU 31 DÉCEMBRE</b>					
Fonds de roulement	\$1.637	\$1.249	\$1.066	\$ 910	\$ 811
Total de l'actif	\$6.525	\$5.242	\$4.350	\$2.930	\$2.360
Dettes à long terme	\$ 278	\$ 238	\$ 490	\$ 85	\$ 56
Fonds propres	\$4.235	\$3.218	\$2.400	\$1.900	\$1.550

\*Le bénéfice net comprend la plus-value sur vente des actions Rowan s'élevant à 70 millions de dollars après impôts (\$0,24 par action)

\*\*Les résultats de Fairchild sont consolidés avec ceux de Schlumberger depuis le 1er juillet 1979

# SCHLUMBERGER LIMITED

## SECTEUR SERVICES PÉTROLIERS

---

### SERVICES DE LOGGING

SERVICES DE LOGGING: mesure des propriétés physiques des formations souterraines en vue de la découverte et de l'évaluation des réservoirs de pétrole et de gaz; services pour le conditionnement et la mise en production des puits. Les services de logging sont effectués au moyen de sondes électroniques descendues dans les puits à l'extrémité d'un câble conducteur. Ils sont mis en oeuvre dans 78 pays.

VECTOR: câbles armés destinés à l'industrie pétrolière, à l'océanographie et à l'exploration géophysique.

### FORAGE ET MISE EN PRODUCTION

#### SERVICES DE FORAGE

FOREX NEPTUNE: forage sur terre et en mer.

LES ANALYSTES: analyse des paramètres de forage recueillis pendant le forage, en surface et au fond du trou.

#### SERVICES D'ESSAI ET DE CONDITIONNEMENT

FLOPETROL: essais de production, mesures de pression, gestion de la production et reconditionnement des puits, en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine.

JOHNSTON-MACCO: essais de production, mesures de pression, gestion de la production, reconditionnement des puits et location d'outils de forage, aux États-Unis et au Canada.

#### SERVICES DE POMPAGE

DOWELL SCHLUMBERGER (FILIALE À 50%): cimentation et stimulation des puits, forage directionnel, en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique latine.

## **SECTEUR MESURE, RÉGULATION ET COMPOSANTS**

### **MESURE ET RÉGULATION-EUROPE**

**ENERTEC:** équipements liés à la distribution et au transport de l'électricité tels que compteurs, systèmes de régulation de la consommation, relais et transformateurs de mesure; instruments et systèmes, appareils d'acquisition de données et d'enregistrement magnétique.

**FLONIC:** compteurs et équipements destinés à la distribution de l'eau et du gaz, mécanique de précision (métal et matière plastique), systèmes de paiement électroniques.

**SEREG:** équipements de contrôle industriel, robinetterie industrielle, vannes nucléaires et pétrolières.

**DIVISION SERVICES:** équipements et services liés à la distribution de l'eau, services d'entretien des chaudières, pompes à essence, canalisations industrielles.

**DIVISION INTERNATIONALE:** compteurs d'électricité, d'eau et de gaz et autres équipements fabriqués dans plusieurs pays d'Europe (en dehors de la France et du Royaume-Uni) et d'Amérique latine.

**DIVISION ROYAUME-UNI:** compteurs d'électricité et relais, instruments pour l'aéronautique et l'industrie, instruments électroniques, systèmes de simulation, capteurs, systèmes de test automatique.

### **SANGAMO WESTON**

**GESTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE:** compteurs et équipements pour la distribution de l'électricité.

**SYSTÈMES FAIRCHILD-WESTON:** équipements d'acquisition de données optiques et électro-optiques, systèmes de traitement des signaux utilisés par l'aérospatiale et la défense, équipements de commande pour générateurs nucléaires.

**SYSTÈMES DE DONNÉES:** systèmes d'acquisition et de traitement des données, équipements pour la commande à distance, enregistreurs magnétiques.

**INSTRUMENTS:** instruments destinés à l'industrie aérospatiale et à la recherche, enregistreurs de performance pour véhicules, équipements photo-électriques.

**RIXON:** modems (modulateur/démodulateur) et autres équipements liés à la transmission de données entre terminaux d'ordinateurs.

**CONDENSATEURS:** condensateurs destinés à l'électronique et condensateurs de puissance pour la distribution de l'électricité.

### **FAIRCHILD**

#### **SEMI-CONDUCTEURS**

**CIRCUITS ANALOGIQUES ET COMPOSANTS:** composants discrets tels que transistors et diodes, circuits linéaires destinés, entre autres, aux télécommunications; composants opto-électroniques tels que coupleurs pour fibres optiques.

**CIRCUITS LSI:** circuits intégrés à grande et à très grande échelle tels que microprocesseurs, mémoires, circuits logiques, circuits prédiffusés, composants à transfert de charge utilisant les technologies MOS, bipolaire et CMOS.

#### **ÉQUIPEMENTS DE TEST AUTOMATIQUE**

**ÉQUIPEMENTS DE TEST AUTOMATIQUE:** équipements assistés par ordinateur pour le contrôle des semi-conducteurs, des cartes de circuits imprimés et des sous-ensembles.

### **SYSTÈMES ASSISTÉS PAR ORDINATEUR**

**CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR:** systèmes interactifs graphiques, en vue de la conception et de l'analyse des produits.

**FABRICATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR:** systèmes en vue d'intégrer les phases du processus de fabrication pour augmenter la productivité.

**COMMANDE NUMÉRIQUE:** systèmes assistés par ordinateur pour la conversion de la géométrie des pièces et des ordres d'usinage en données transcrites sur bande perforée; ils sont destinés aux machines-outils à commande numérique.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

JACQUES DE FOUCHIER \*  
Président d'honneur, Compagnie financière  
de Paris et des Pays-Bas, Paris

ROLAND GÉNIN \*  
Directeur Général Adjoint, Opérations,  
Schlumberger

GEORGE H. JEWELL ○  
Associé, Baker & Botts, avocats,  
Houston, Texas

PAUL LEPERCQ \*□  
Gérant, Lepercq International N.V.,  
banque d'affaires, Londres

GEORGE DE MENIL  
Professeur associé,  
Council on Foreign Relations,  
New York

ELLMORE C. PATTERSON ○ □  
Président d'honneur,  
Morgan Guaranty Trust Company, New York

FRANÇOISE SCHLUMBERGER PRIMAT  
Administrateur du musée Schlumberger,  
France

JEAN RIBOUD \*□  
Président Directeur Général, Schlumberger

FELIX G. ROHATYN □  
Associé gérant,  
Lazard Frères & Co.,  
New York

PIERRE MARCEL SCHLUMBERGER ○  
Avocat, Houston, Texas

BENNO C. SCHMIDT ○ \*  
Associé gérant, J.H. Whitney & Co.,  
société privée de placements, New York

MICHEL VAILLAUD \*  
Directeur Général Adjoint, Opérations,  
Schlumberger

JEROME B. WIESNER \*  
Professeur, Président d'honneur,  
Massachusetts Institute of Technology,  
Cambridge, Massachusetts

## DIRECTION

JEAN RIBOUD  
Président Directeur Général

ROLAND GÉNIN  
Directeur Général Adjoint,  
Opérations

MICHEL VAILLAUD  
Directeur Général Adjoint,  
Opérations

ARTHUR LINDENAUER  
Directeur Général Adjoint,  
responsable des services financiers

BERNARD ALPAERTS  
Directeur Général Adjoint

D. EUAN BAIRD  
Directeur Général Adjoint

THOMAS C. ROBERTS  
Directeur Général Adjoint

DAVID S. BROWNING  
Secrétaire du Conseil,  
responsable des services juridiques

ARTHUR W. ALEXANDER  
Directeur,  
responsable des services du personnel

JEAN BABAUD  
Directeur

MICHEL GOUILLOUD  
Directeur

ALLEN D. KLEIN  
Directeur

WILLIAM T. LONG  
Directeur

THOMAS A. LONGO  
Directeur

ANDRÉ MISK  
Directeur

ROY S. SHOURD  
Directeur

KENNETH R. STEPHANZ  
Directeur

WILLIAM W. DUNN  
Contrôleur

MICHEL SOUBLIN  
Trésorier

JAMES A. MACKENZIE  
Secrétaire Adjoint du Conseil

ANDRÉ LALOUX  
Secrétaire Adjoint du Conseil

○ Membre du comité de vérification  
des comptes

\* Membre du comité de direction

□ Membre du comité financier

---

**SERVICE DES TITRES**

**GESTION:**

Citibank, N.A.  
New York

Bank of the Southwest  
Houston, Texas

**CONTRÔLE:**

Citibank, N.A.  
New York

Bank of the Southwest  
Houston, Texas

**LES ACTIONS SCHLUMBERGER SONT COTÉES**

**AUX BOURSES SUIVANTES:**

New York

Paris

Londres

Amsterdam

Genève

Francfort

Zurich

Bâle

Lausanne

**RAPPORT 10-K**

Les actionnaires peuvent obtenir, sans frais, un exemplaire du rapport 10-K adressé à la Securities and Exchange Commission, auprès du Secrétaire du Conseil d'administration, Schlumberger Limited, 277 Park Avenue, New York, 10172, États-Unis.

---

MISE EN PAGE

---

*Milton Glaser, Inc.*

---

PHOTOS

---

*John Blaustein*

---

*Jon Brenneis*

---

*Philippe Charliat*

---

*Michel Desjardins*

---

*Greg Edwards*

---

*Matthew Klein*

---

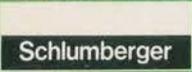
*Philippe Kohn*

---

*Scott Purvis*

---





SCHLUMBERGER LIMITED  
277 PARK AVENUE, NEW YORK, NEW YORK 10172  
42, RUE SAINT-DOMINIQUE, 75007 PARIS

