

LES

LASERS

IL ÉTAIT UNE FOIS... UN LASER

C'EST en 1917 qu'Albert Einstein, professeur à l'Université de Berlin, introduisit une idée nouvelle en physique : l'émission stimulée; et l'article qu'il publie dans le tome 18 de la revue allemande « *Zeitschrift für Physik* » constitue l'acte de naissance de l'électronique quantique.

C'est en 1952 que Joseph Weber, à l'Université du Maryland, aux Etats-Unis, propose une application de l'émission stimulée, à peu près simultanément avec les physiciens soviétiques N.-G. Basov et A.-M. Prokhorov, du Lebedev institute de Moscou.

C'est à Charles H. Townes que revient le mérite d'avoir réalisé le premier auto-oscillateur quantique : le « maser », acronyme dérivé de : microwave amplification by stimulated emission of radiation; littéralement : amplification micro-onde mettant en jeu le phénomène d'émission stimulée de radiation. C.-H. Townes sut réunir les principes proposés par Weber et le procédé optique de « pompage optique » imaginé par le physicien français Alfred Kastler.

Les travaux d'A. Kastler furent d'ailleurs couronnés du Prix Nobel de physique, en 1966.

DU MASER AU LASER

Il fallut attendre deux ans pour qu'un amplificateur suivant le procédé de C.-H. Townes : ce fut chose faite lorsque Bloembergen montra, en 1956, la possibilité de faire fonctionner un maser solide.

En 1958, C.-H. Townes, et le Canadien A.-L. Schawlow démontrèrent théoriquement que l'émission

stimulée peut être utilisée pour amplifier les ondes lumineuses, tout aussi bien que les ondes hyperfréquences.

Le « laser » était né... sur le papier; et deux années plus tard, en 1960, un chercheur de l'Hughes Research laboratory, à Malibu, en Californie, parvint à faire fonctionner le premier laser : T.-H. Maiman réalise le premier laser à solide,

ondes, le laser émet une onde lumineuse.

Cette découverte marqua un tournant considérable dans le développement de l'électronique quantique : les lasers fournissent des ondes électromagnétiques du spectre visible, de la même façon qu'un poste émetteur donne des ondes électromagnétiques du spectre hertzien : ces dernières sont

congrès d'électronique quantique : ils étaient 400 à Berkeley, en 1961; ils furent plus de 1 000, à Paris, deux années après!

SOLIDES, LIQUIDES ET GAZEUX

Il est de règle, en physique, l'apparition d'un nouvel instrument d'une qualité aussi remarquable ouvre la voie à une multitude d'applications et d'études inimaginables auparavant.

Ce qui distingue un laser d'un autre laser, c'est d'une part, la nature des atomes ou des molécules qu'on a excités pour les obliger à émettre une radiation (c'est la stimulation des atomes ou molécules) et d'autre part, les modalités de l'excitation. On peut ajouter à ces facteurs, la manière dont la lumière sort de l'appareil, soit brusquement (laser à impulsion), soit d'une manière continue.

La nature des matériaux mis en jeu permet de distinguer essentiellement trois types de lasers :

- Les lasers solides : les atomes à exciter sont emprisonnés sous forme d'impuretés dans un solide. Les corps les plus couramment employés sont le rubis, le verre au néodyme et le grenat d'yttrium-aluminium, encore appelé YAG (yttrium aluminium garnet). Ces lasers délivrent des « bouffées » lumineuses très énergétiques pouvant servir en chirurgie médicale ou en usinage industriel

- Les lasers à gaz, conçus en 1959 par Aly Javan, des Bell Telephone laboratories, aux Etats-Unis : dans une cavité contenant un mélange d'hélium et de néon, on excite une décharge au moyen d'un circuit HF auxiliaire; un fais-

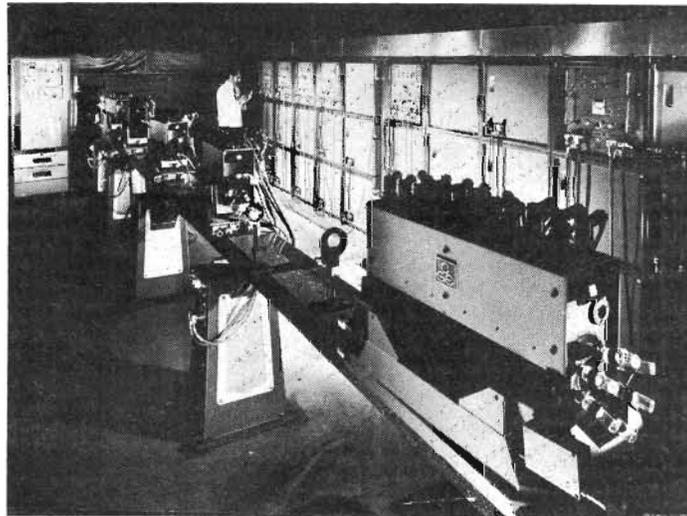


Photo n° 1 : Laser à verre dopé au néodyme de 450 joules délivrant des impulsions de durée égale à 30 nanosecondes. (Cliché C.G.E. - R. Martinot)

dans lequel la source lumineuse était un barreau de rubis artificiel. Maser oscillateur fonctionnant dans le domaine des longueurs d'onde du spectre visible ou infrarouge proche, il aurait indiqué de dénommer cet appareil « maser optique ». On a préféré le terme « laser », acronyme de « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation », pour rappeler que le phénomène de base et l'émission stimulée; le maser émet des micro-

« cohérentes » dans l'espace et le temps. Les opticiens, qui ne disposaient jusqu'alors que de sources lumineuses incohérentes, se sont alors tournés vers le laser et sont venus grossir les rangs des « électroniciens quantiques ».

De nombreux chercheurs et ingénieurs se sont dès lors sentis concernés par l'électronique quantique. Ceci explique certainement la croissance exponentielle du nombre des participants aux divers

ceau lumineux est émis par le mélange gazeux. Un laser à gaz fonctionne en mode continu, mais sa puissance est limitée. Le laser à gaz servira pour les télécommunications, et pour les travaux d'interférométrie.

Le nombre de gaz donne un laser : des lasers à gaz carbonique peuvent émettre un faisceau laser très énergétique, en mode continu, sur une fréquence

(ils peuvent donc émettre des faisceaux de coloration variable) par application d'un champ magnétique.

Il existe encore d'autres types de lasers, dont le développement est plus récent : par exemple, le laser à colorants, découvert aux Etats-Unis par Peter Sorokin, en 1966, fait appel à une solution organique; en mélangeant plusieurs colorants, on réalise un laser « accordable »

d'hui : aux Etats-Unis, se classe largement en tête le Bell telephone laboratories, qui emploie un effectif évalué entre 1 000 et 1 200 personnes pour les recherches et fabrications de lasers. Derrière le B.T.L. figurent deux sociétés d'électronique : Hughes et Thomson, Ramo Wooldridge, un constructeur de matériel électronique : Westinghouse; une société de produits chimiques : Union carbide; et une firme d'optique : American optical. Sans oublier bien entendu, la R.C.A.

Côté français, on trouve, la CILAS, Compagnie industrielle des lasers, filiale de la Compagnie générale d'électricité (C.G.E.) et de Saint-Gobain Pont-à-Mousson; courant 1970, la CILAS a conclu un important accord avec la Société belge d'optique et d'instruments de précision (O.I.P.), filiale de la Société générale de Belgique, aux termes duquel, toutes les ressources et connaissances des deux sociétés dans le domaine des lasers sont mises en commun, de manière à constituer la première entreprise européenne spécialisée en lasers de tous types.

En Allemagne fédérale, la Siemens accomplit des efforts importants pour concurrencer Eltro et Zeiss Ikon; en Italie, la Société d'électronique Selenia vient rejoindre une société spécialisée très active, Galileo Officine, de Florence; en Grande-Bretagne, à deux sociétés indépendantes (Barr & Stroud, et Laser Associates) s'ajoutent les constructeurs (Ferranti, Vickers) intéressés par la vente de systèmes militaires, et qui se sont associés à des constructeurs de lasers (Siemens, Hughes).

L'industrie du laser est donc très dispersée. Aux Etats-Unis, le marché des lasers s'accroît avec un taux annuel moyen de 16%,

1972, sera de 56 millions de dollars; et le marché total des équipements lasers (comprenant les composants annexes, accessoires, et autres systèmes reliés à l'utilisation de lasers) s'élèvera à 190 millions de dollars. Ce marché se divise à part égale, entre les secteurs militaires et les secteurs civils.

L'un des faits les plus significatifs de l'année 1971, a été la mise en place de chaînes de fabrication de lasers. La R.C.A. a reçu la première commande de plus de 1 000 lasers : la chaîne R.C.A. était initialement conçue pour la fabrication de lecteurs de vidéo-cassettes « holographiques » du système Selectavision. En fait, la Selectavision a eu des déboires, son développement, en version holographique, n'étant pas assuré : la première version de ce système, commercialisée en principe dès 1973, utilisera des bandes magnétiques. Sur cette chaîne de production, la R.C.A. prétend pouvoir fabriquer en grandes séries (100 000 exemplaires), des lasers à hélium-néon au prix de 25 dollars pièce.

Se basant sur ces faits, et sur les précédentes estimations, en supposant que le taux annuel de croissance du marché reste voisin de 15 %, les constructeurs américains ont évalué à 350 millions de dollars le marché des lasers aux Etats-Unis. Au Stanford Research Institute, on est légèrement plus optimiste, puisque ce marché annuel est estimé à 500 millions de dollars. Une société d'études de marchés, la Manley Management and Marketing Services Corp. est encore plus optimiste : d'après elle, la vente de lasers, en 1980, s'élèvera à un milliard de dollars!

Dans un avenir très proche, il est probable que le plus important secteur d'applications des lasers

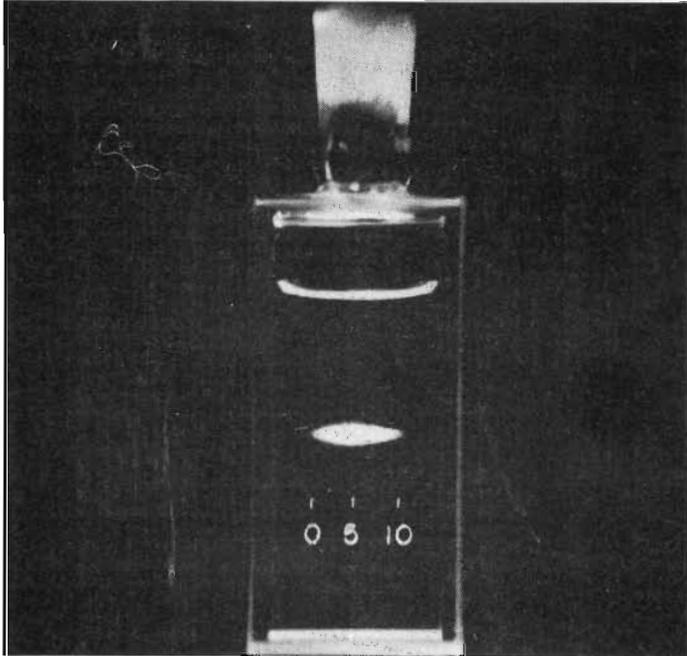


Photo n° 2 : Voici la première photographie d'une impulsion laser. L'obturateur de l'appareil photographique fonctionne en quelques picosecondes. (Cliché Bell Telephone Laboratories)

appartenant à la région des infrarouges du spectre optique.

Une troisième classe de lasers a été développée, donnant lieu à des rendements (rapport entre la puissance émise et la puissance reçue par le laser) voisins de 20 %, alors que les valeurs habituelles de rendement sont inférieures à 1 % dans les deux premiers types de lasers. On joue ici sur les propriétés semi-conductrices de l'arséniure de gallium ou du phosphure de gallium. Certains lasers semi-conducteurs peuvent être accordés sur plusieurs longueurs d'ondes

sur les longueurs d'ondes spécifiques à chaque colorant.

Kasper et Pimentel, en 1965, découvrirent le laser chimique : un laser à Hcl, dans lequel un mécanisme chimique est responsable de l'effet laser. L'effet laser, à partir de la photodissociation de composés iodés a été observé en même temps que l'effet laser précédent, par la même équipe de chercheurs.

UN MARCHÉ OPTIMISTE

Les sociétés s'intéressant au laser sont fort nombreuses aujourd'hui :

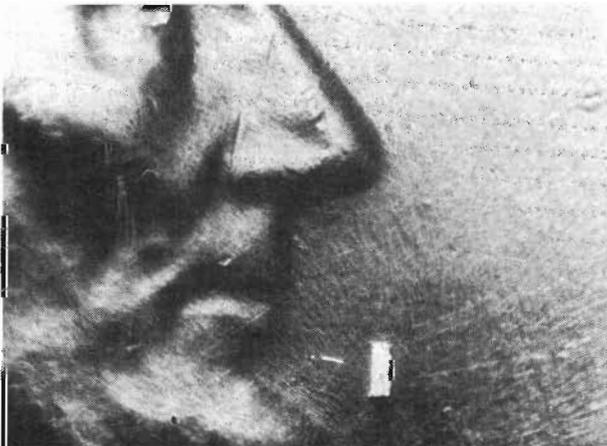


Photo n° 3 : C'est aussi un laser... semi-conducteur cependant... qui est posé sur la pièce de monnaie américaine.

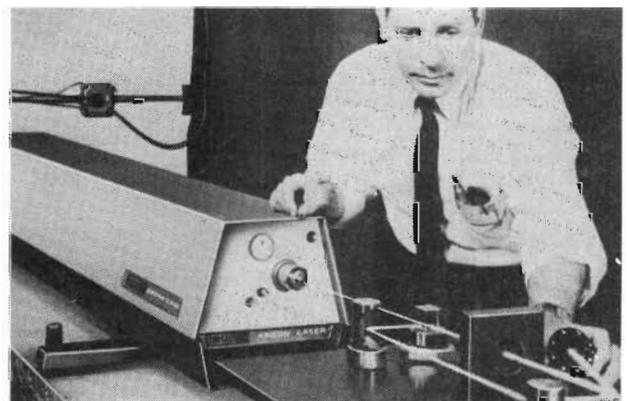


Photo n° 4 : Laser ionique (argon ou krypton) : de quelques milliwatts à quelques kilowatts

mais bien peu de sociétés annoncent de gros bénéfices dans ce domaine.

La revue *Laser Focus* donne des chiffres : le montant total estimé des ventes de lasers, pour

sera celui de la fabrication : alignement sur machines-outils, découpage, soudage, perçage dans les industries électroniques, spatiales, mécanique de précision. A ce secteur de fabrication s'ajoute

celui de la mesure industrielle : Hewlett-Packard, par exemple, vend un interféromètre à laser pour le pointage sur machines-outils ; General Electric réalise un équipement à laser qui détermine la vitesse de défilement de tôles métalliques, dans les laminoirs.

Dans un avenir plus lointain, mais avant 1980, un autre secteur doit s'affirmer comme l'un des plus importants de l'électronique : celui de l'informatique optique. Des mémoires « holographiques » sont déjà en vente, d'autres en études fort avancées : des ordinateurs utilisant, comme organes logiques et de calculs, des lasers à semi-conducteurs, feront leur apparition avant dix ans. Le secteur des communications par laser est sérieusement exploré, en particulier par les Bell Telephone Laboratories : d'après Rudolf Kompfner, directeur de recherches aux B.T.L., de telles liaisons à faisceau laser pourront être établies entre 1980 et 1990 sur de longues distances.

1972-1917

Ainsi donc, 55 ans après la publication du mémoire d'Einstein, le mariage de raison de l'optique et de la radioélectricité a-t-il donné naissance à une industrie diversifiée et en expansion... une industrie que nous allons explorer et analyser dès le mois prochain !

Marc FERRETTI.

Type de laser	Milieu employé	Longueur d'onde émise	Energie émise	Puissance lumineuse	Utilisations
Laser solide	Verres ou cristaux « dopés » par ions (Néodyme)	650 à 2 500 nm (1)	Fraction de joule à 1 000 joules (impulsions)	Fraction de watt à 10^{14} watts	Ajustage de résistances et capacités - micro-usinage (électronique horlogerie,...)
Lasers à gaz	Gaz carbonique	5 000 à 10 000 nm	Jusqu'à quelques joules (impulsions)	Du watt à 100 kW	Découpe de matériaux - soudage de métaux et plastiques
	Hélium-néon	600 à 5 000 nm		Jusqu'à 10^{-1} W (fonctionn. continu)	Alignements en constructions mécaniques, bâtiments, galeries souterraines - métrologie - holographie
	Argon et krypton	260 à 630 nm	Quelques millijoules	Emission continue : jusqu'à 20 W en impulsions : quelques kW	Micro-usinage - holographie - télémétrie
Lasers à colorants	Liquides organiques	Accordables entre 400 et 1 000 nm	Jusqu'à 1 joule		Télécommunications
Lasers à semi-conducteurs	Jonctions semi-conductrices (Ga As par exemple)	600 à 900 nm		De l'ordre du watt	Télécommunications - informatique

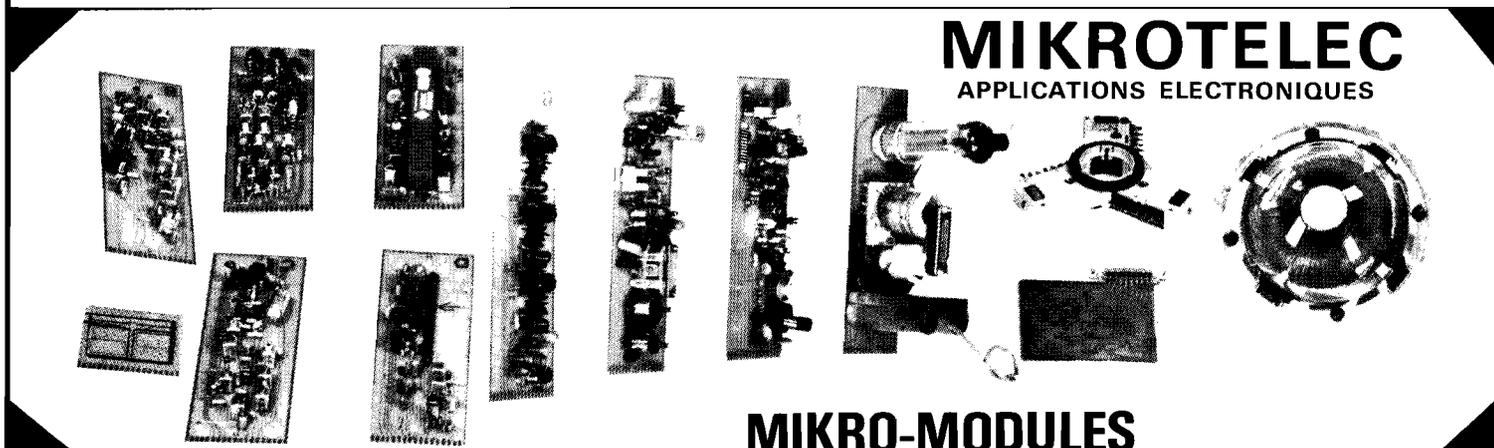
(1) nm nanomètre 10^{-9} m

Pour le technicien !

(Nos téléviseurs sont équipés de composants professionnels)

Les petits composants de nos modules sont aussi vendus au détail.

MONTEZ VOUS-MÊME "EN KIT" VOTRE TÉLÉVISEUR COULEUR



3 MODÈLES composés de modules enfichables

ÉCRANS : 50 cm - 56 cm - 67 cm SÉRIE B

Pour standard français. Option pour Pal. Les circuits modulaires et alphabétiques, bien entendu enfichables. L'ensemble comprend 13 modules pour Sécam. Prix unitaire 188 F. Le KIT est livré au prix habituel. Entièrement transistorisé (1 seul tube PL519) ● Changement noir/couleur automatique ● CAG efficace ● UHF/VHF à diode varicap ● Sortie son 3 watts ● Tous canaux français, B I et B III, manuel - B IV ou B V, programmé ou manuel.

La construction des récepteurs TMC série A continue.

MODERNISATION DE VOS TÉLÉVISEURS QUELLE QU'EN SOIT LA MARQUE

Tête UHF/VHF à varicaps. Changement des chaînes entièrement par diodes de commutation. L'ensemble 300 F T.T.C. Tous les réglages et préréglages sont obtenus par des potentiomètres sur pistes céramiques. Vernier fin d'accord sur toutes les chaînes.

MODÈLES ÉCRANS	PRIX	
	EN KIT	EN ORDRE DE MARCHÉ
50 cm	2 200 F	2 900 F
56 cm	2 300 F	3 000 F
67 cm	2 600 F	3 300 F

Expédition dans toute la FRANCE PORT DÛ

AU DELA DE 10 APPAREILS NOUS CONSULTER

MIKROTELEC APPLICATIONS ÉLECTRONIQUES

126, avenue de la République, PARIS-11^e

Tél : 805-88-68
METRO : Père-Lachaise