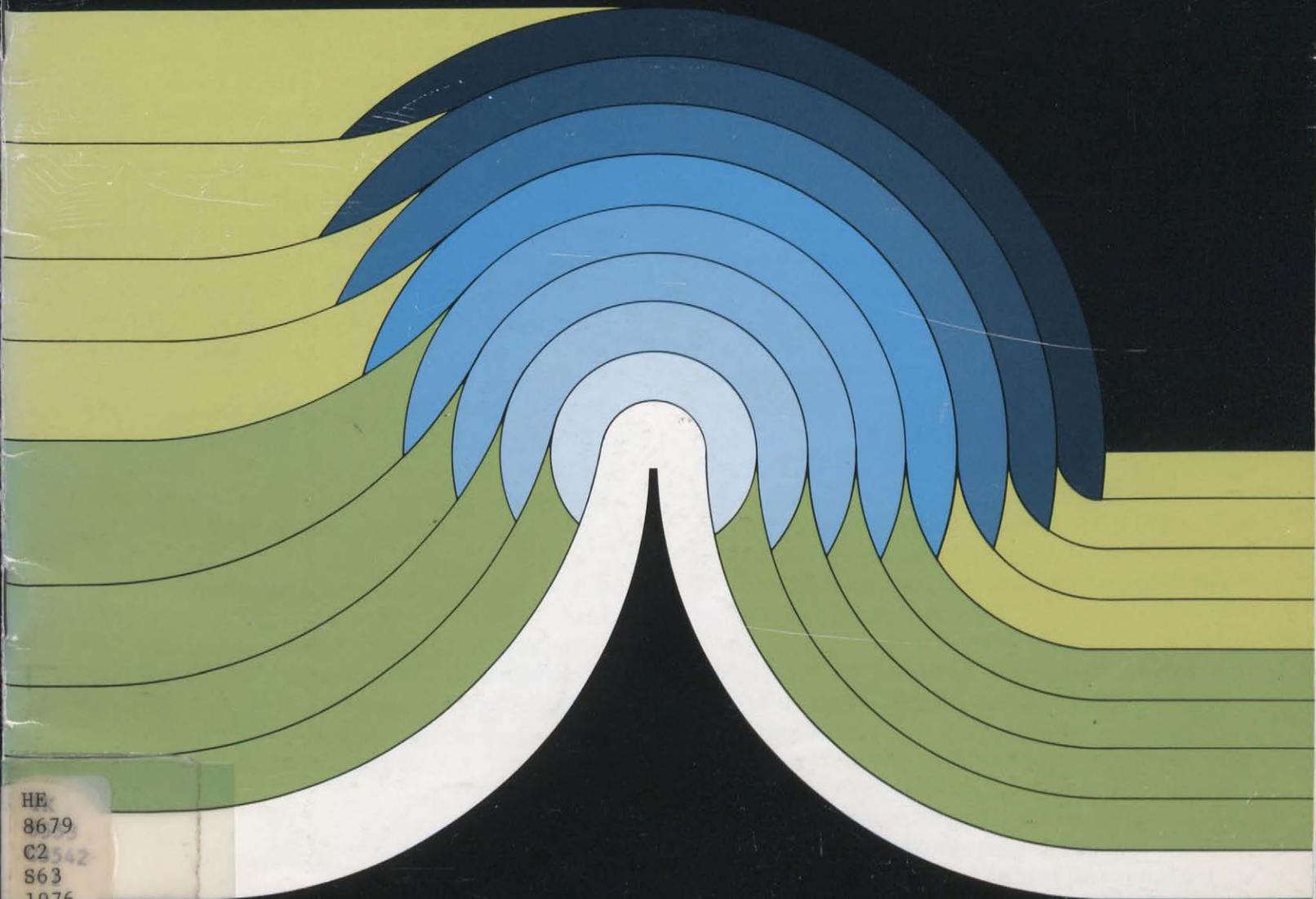


The Spectrum

Le spectre



HE
8679
C2542
S63
1976

Department of
Communications

Ministère des
Communications

This brochure is one of a series being published by the Department of Communications, to illuminate specific areas of telecommunications and enrich the reader's general knowledge of the phenomenon of modern communications.

Telecommunications are daily influencing the shape of our future.

It is important to Canadians to grasp something of the basic technology and broadening implications of such tools as cable television, communications satellites and our increasingly sophisticated use of the electromagnetic spectrum.

Additional copies of this publication are available from:

Information Branch
Department of
Communications
100 Metcalfe Street
Ottawa
K1A 0C8

La présente brochure fait partie d'une série que publie le ministère des Communications afin de mieux faire connaître au grand public certains aspects essentiels des télécommunications d'aujourd'hui.

Les télécommunications façonnent sans cesse notre avenir. Que ce soit le télécâble, les satellites de télécommunication ou encore le spectre des ondes électromagnétiques dont l'utilisation croissante devient de plus en plus complexe, il importe que les Canadiens soient davantage conscients des possibilités que leur réserve la technologie des télécommunications.

On peut se procurer d'autres exemplaires de cette brochure à :

La Direction de
l'information
Ministère des
Communications
100, rue Metcalfe
Ottawa
K1A 0C8

 Department of
Communications

Ministère des
Communications

HE
8679
C2
563
1970

DD4624398
DL 4624390

The Spectrum

Industry Canada
LIBRARY

JUN 03 1998

BIBLIOTHÈQUE
Industrie Canada

Le spectre

HE
8679
C2
S63
1976

At the close of the 19th Century, man awoke to the potential of a newly-discovered natural resource—the radio spectrum. During the little more than 70 years since he began to make use of it, this invisible resource has contributed immeasurably to his social and economic progress. It has brought mobility and flexibility to his communications on land, sea, in the air and in outer space; shrunk the world by providing a cheap tool for spanning great distances; and furnished an easy means of mass entertainment, instant information and education for the world's billions.

Today the air around us teems with information. Millions of radio transmitters flood our atmosphere with electromagnetic radiation, superimposed with voice, music, image and data in many different forms.

The spectrum, existing only when it is used, can never be used up. But it is limited. And, like time, it can be wasted if not used wisely. The federal Department of Communications has the important responsibility of seeing to it that the spectrum available to Canadians is put to the best possible uses.

L'atmosphère qui nous entoure transporte d'innombrables signaux et signes d'informations. Des millions de postes radiophoniques émettent un flot continu de radiations électromagnétiques porteuses de messages vocaux, musicaux, graphiques, numériques, empruntant des formes les plus diverses.

C'est vers la fin du XIX^e siècle que l'homme a pris conscience des possibilités considérables du spectre radioélectrique. Depuis il a développé l'usage de cette précieuse et invisible ressource naturelle, laquelle a contribué à notre progrès social et économique. Nos communications sur terre, sur mer et dans l'espace en ont acquis plus d'extension et de mobilité. Le spectre des fréquences radioélectriques a constitué un moyen peu coûteux, somme toute, d'abolir les distances entre collectivités, pays et continents ; il a favorisé la naissance de média pour le divertissement, l'information instantanée et l'enseignement de milliards d'êtres humains.

Le spectre ne se manifeste que lorsqu'on exploite ses possibilités et peut être renouvelé indéfiniment : son occupation cependant n'est pas illimitée. Tout comme le temps, il peut être l'objet de gaspillage, faute d'une utilisation judicieuse. Au Canada, c'est le ministère des Communications qui veille à l'exploitation rationnelle de cette ressource intangible.

COMMUNICATIONS CANADA
AUG 18 1980
LIBRARY — BIBLIOTHÈQUE

The seeds of a revolution

The radio spectrum lies at the lower end of a continuous range of electromagnetic radiations that extends upwards in frequency from the longest known radio waves to the shortest cosmic rays. For eons, its potential lay untapped. Then the 19th century saw major advances in man's understanding of the properties and relationship of electricity and magnetism — a momentous chain of discoveries which led to inventions that began to revolutionize communications. The telegraph came first. Before its introduction, more than 130 years ago, beyond-the-horizon communications had been limited to the speed with which man, beast or machine could actually travel.

The telegraph enabled speed-of-light communications by coded impulse between any two points that could be physically connected by wires. It was followed by the telephone in 1874. But it was to be another 25 years before telecommunication could be freed from the fetters of poles and wires.



The air around us teems with information, audible only with the aid of antennas, our electronic ears.

Nous sommes bombardés de tous côtés par des milliards de signaux d'information. Ce sont les antennes, ces oreilles électroniques, qui nous les rendent audibles.

L'aube d'une ère nouvelle

Le spectre radioélectrique est la partie du spectre électromagnétique qui s'étend des ondes radio les plus longues que nous connaissions aux rayons cosmiques les plus courts en provenance de l'espace extra-atmosphérique. Ses possibilités ne seront sans doute jamais pleinement exploitées.

C'est au XIX^e siècle que l'homme a pénétré plus avant le mystère de l'électricité et du magnétisme et réussi à mieux comprendre les relations entre ces deux phénomènes; il se fit ainsi une série de découvertes qui devaient bouleverser le domaine des télécommunications.

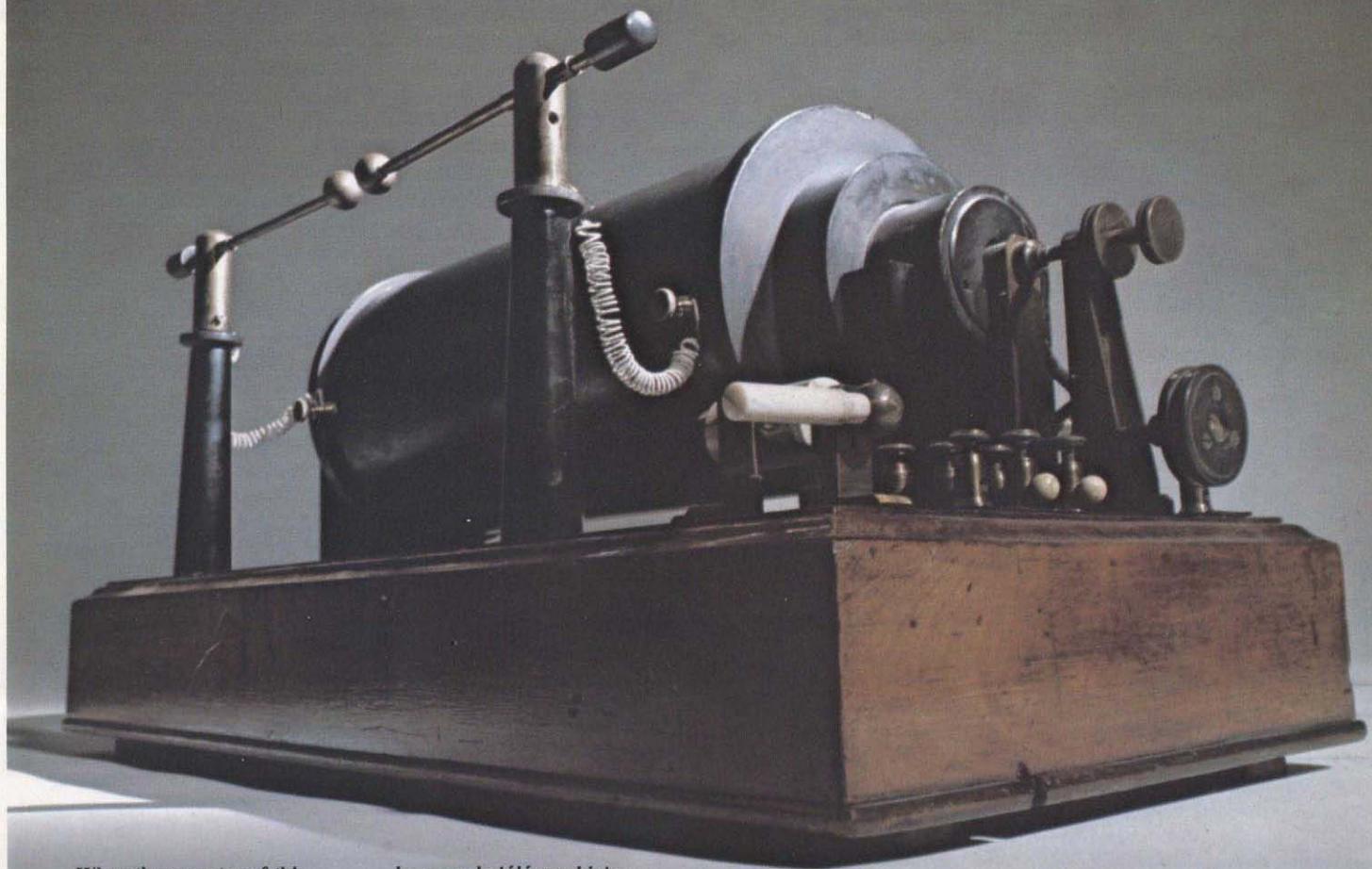
Vint en premier lieu le télégraphe. Avant sa mise en service, il y a plus de 130 ans, les communications au-delà de l'horizon étaient limitées par la vitesse de l'homme, des animaux ou des machines.

Le télégraphe permettait d'établir des communications, à la vitesse de la lumière, entre deux points reliés par des fils. Vint ensuite le téléphone, en 1874. Mais il a fallu attendre 25 ans avant de se débarrasser des encombrants fils et poteaux.

Au tournant du siècle, les travaux de Hertz, de Marconi et d'autres pionniers ont prouvé qu'il était possible d'établir des communications sans fil entre des points éloignés.

S'inspirant des expériences faites par d'autres chercheurs, Marconi mit au point des systèmes pratiques. Ses premiers postes de radio étaient installés à bord de navires légers, à l'ancre; en 1900, ils étaient utilisés à bord de navires en haute mer.

Le 12 décembre 1901, l'inventeur italien envoya un signal de l'autre côté de l'Atlantique — la lettre S — reliant ainsi Poldhu, Angleterre, à Terre-Neuve. À partir de cet instant, des dizaines de chercheurs, d'inventeurs et d'entrepreneurs suivirent les traces de Marconi, inaugurant ainsi l'exploitation du spectre.



When the operator of this 1904 vintage, Canadian-built Marconi spark transmitter depressed his telegraph key, a spark leapt between the two brass balls. This caused an electromagnetic disturbance that could be detected by receivers hundreds of miles away.

Lorsque le télégraphiste appuyait sur le manipulateur de cet émetteur (1904), fabriqué au Canada, une étincelle passait d'une boule de cuivre à l'autre. Les récepteurs pouvaient alors détecter à des centaines de milles à la ronde les signaux électromagnétiques ainsi produits.

By the dawn of this century, the work of Hertz, Marconi and other pioneers had proven there was a practical, “wireless” way of communicating between distant points.

Marconi developed practical systems, following the successful experiments of others. His first wireless sets were installed aboard anchored British light ships, to be followed in 1900 by installations on ships that sailed the seas. The Italian inventor spanned the Atlantic ocean with a signal — the Morse letter “S” — from Poldhu, England, to Newfoundland, on December 12, 1901. And thus, with other researchers, inventors and entrepreneurs rushing to follow in Marconi’s footsteps, the exploitation of the spectrum had begun.

**From dots and dashes
to heartbeats
from space**

The early application of radio was almost exclusively for mobile marine telegraphy. Short bursts of radio energy corresponding to the dots and dashes of the Morse Code were produced with the standard telegrapher’s key, by crude “spark” transmitters and later by simple electronic circuits. By the start of the First World War, hundreds of experimenters — many of them enthusiastic amateurs, or “hams” — were radiating messages into the air in all directions, to be heard by anyone with receiving equipment that happened to be tuned to the frequency of the transmitting station. It was about this time that man learned how to impress his voice on a radio wave, to be flashed from point to point with the swiftness of light.

Today’s radio systems do far more than simply link voice to distant ear. They commonly connect teletype, facsimile and computer installations and routinely perform tasks such as relaying the heartbeat of an astronaut from the surface of the moon, or automatically guiding giant airliners across the skies, six miles high. In the concrete canyons of a big city, a policeman on-the-move can push a button in his car and flash a computer pulse to a dispatcher’s electronic memory system, which can then display the officer’s service status on a television screen.

**Des points et
des traits
aux battements
du cœur humain**

Les premières applications de la radio étaient presque exclusivement limitées à la télégraphie dans le cadre du service mobile maritime. De courtes impulsions radioélectriques, correspondant aux points et aux traits du code morse, étaient produites au moyen d’un manipulateur par des émetteurs à étincelles, de conception primitive ; plus tard, on parvint aux mêmes résultats en ouvrant et en fermant des circuits électroniques simples.

Au début de la Première Guerre mondiale, des centaines de chercheurs — dont un grand nombre d’amateurs enthousiastes — empruntaient les ondes pour diffuser des messages dans toutes les directions vers des postes récepteurs accordés à la fréquence de leur poste émetteur. C’est à cette époque que l’homme apprit à projeter sa voix sur les ondes radioélectriques, reliant ainsi un point à un autre à la vitesse de la lumière.

Aujourd’hui, les moyens radiophoniques ne se limitent pas à faire parvenir la voix à des auditeurs éloignés. Ils relient également les machines (télétypes, ordinateurs, béliographes) et transmettent sans peine à la Terre les battements du cœur d’un astronaute débarqué sur la Lune ou assurent le guidage d’avions géants à six milles d’altitude. Même au milieu de la forêt de gratte-ciel qui constituent nos grandes villes, un agent de police en patrouille peut, en pressant un bouton, signaler sa présence à un ordinateur central qui indiquera sur un écran de visualisation la position de l’agent.

The ionosphere — a handy reflector

Until the spectacular success of Marconi's long distance experiments, radio waves had been conceived as travelling only in straight lines. But reception of signals transmitted from points far around the curvature of the earth pointed to the existence of a conducting or refracting medium above us.

The ionosphere, a volatile blanket of charged particles surrounding the earth from heights as low as a few dozen to several thousand miles, makes intercontinental radio communications possible by reflecting signals. Influenced by the sun, its refractive properties vary constantly. As a general rule, lower frequencies are reflected first, while progressively higher frequencies travel farther up into the ionosphere before they are bounced back to earth. As frequency is further increased, signals travel straight through all ionospheric layers into space.

This is why only lower frequencies are suitable for long distance communications between stations on the earth. And usable bands vary according to time of day and the range over which communications must take place. This is because the height at which reflection of a signal occurs influences where it will reappear on the surface of the earth. The frequency to be used, for example, by an international broadcaster aiming at a given target area of the globe, must be carefully calculated according to distance to be covered, time of day and seasonal or other variations in the reflecting properties of the ionosphere.

A closer look at the spectrum

Radio waves are characterized according to their frequency and corresponding wave length. Frequency, in cycles per second (or Hertz, after the radio pioneer), is determined by the number of wave peaks passing a given point during one second. A "kilohertz" (kHz) is 1,000 cycles per

L'ionosphère, un réflecteur des plus pratiques

Avant le succès spectaculaire de l'expérience à longue distance effectuée par Marconi, on croyait que les ondes radioélectriques se déplaçaient uniquement en ligne droite. Mais la réception de signaux émis à partir de points éloignés, et cachés par la courbure terrestre, ont révélé l'existence d'un milieu conducteur ou réfléchissant dans l'espace.

L'ionosphère, couche gazeuse composée de particules chargées d'électricité, est séparée de la Terre par des distances pouvant aller de quelques dizaines à plusieurs milliers de milles ; en réfléchissant les signaux, elle rend possible la radiocommunication intercontinentale. Soumise à l'influence du Soleil, elle a des propriétés réfléchissantes qui varient constamment. D'une manière générale, les plus basses fréquences sont réfléchies en premier lieu, cependant que les plus hautes fréquences pénètrent davantage dans l'ionosphère avant de revenir à la surface de la Terre. À mesure que la fréquence augmente, les signaux traversent progressivement les différentes couches de l'ionosphère pour se perdre ensuite dans l'espace.

C'est pourquoi seules les basses fréquences sont indiquées pour les communications à longue distance entre stations terrestres. Les bandes utiles varient selon l'heure de la journée et la distance entre les points à relier. La hauteur à laquelle le signal est réfléchi détermine dans une large mesure la zone où il sera capté par la suite. À titre d'exemple, la fréquence utilisée par un radiodiffuseur international visant un point précis du globe doit être soigneusement calculée en tenant compte de la distance à couvrir, de l'heure de la journée et des variations saisonnières ou autres influant sur les propriétés réfléchissantes de l'ionosphère.

second; a “megahertz” (MHz), 1,000 kilohertz; a “gigahertz” (GHz), 1,000 megahertz and a “terahertz” (THz), 1,000 gigahertz.

Although the radio spectrum ranges up to 3 THz, technological and economic factors limit its useful availability to the lower end. An international conference in Washington in 1927 allocated bands only as high as 30 MHz. Since then, the march of technology, hand-in-hand with growing demand for more and more radio communications, has been pushing that limit steadily higher. It went to 60 MHz in 1932; 200 MHz in 1938; 10.5 GHz in 1947; 40 GHz in 1959; and 275 GHz in 1971. The information capacity of a radio signal depends on its frequency: the higher the frequency, the more the information it can carry.

For convenience sake, the spectrum is arbitrarily divided into a number of frequency regions, each possessing more or less peculiar characteristics that determine type of usage. Low and very low frequencies — up to 300 kHz — tend to stay close to the surface of the earth and are particularly suited to such uses as communications with submarines. Domestic and international broadcasting is found in the medium and high frequency areas (up to 30 MHz), which enable most other long distance communications between earth stations. As signals above 30 MHz increase in frequency, they are progressively impeded, blocked or reflected by buildings and other surface objects and attenuated by the atmosphere. All TV and FM broadcasting and most urban mobile services are found in the Very High (30 to 300 MHz) and Ultra High (300 MHz to 3 GHz) frequency regions.

Above 1 GHz, the necessity for line of sight transmission reduces the possible applications of radio. As a matter of fact, signals at about 30 MHz and above are not normally reflected by the ionosphere and are thus reliable for only essentially local communications, except by satellite or microwave repeaters employing line of sight paths, or when transmitting antennas are atop extremely high buildings or hills. In the latter case, reception is largely limited to the furthest point on the horizon that can be “seen” by the transmitting antenna.

Frequencies with these characteristics can simultaneously convey huge amounts of information, because relatively high-powered transmitters operating on the same channels can be situated comparatively close together without interfering with each other.

It should now be apparent why the distance to be covered by a radio link is such an important factor governing frequency selection — a fact that partially explains why there are more stations in some portions of the spectrum than in others. A radio station’s bandwidth — the amount of spectrum space its signal occupies — is mostly determined by the amount or complexity of information to be conveyed instantaneously.

Le choix des fréquences

Les ondes se caractérisent par leur fréquence et leur longueur. La fréquence se mesure en cycles par seconde (ou en hertz, unité honorant la mémoire du célèbre physicien); elle est déterminée par le nombre d’ondes de crêtes passant en un point donné en une seconde. Le kilohertz (kHz) vaut 1 000 cycles par seconde, le mégahertz (MHz) 1 000 kilohertz, le gigahertz (GHz) 1 000 mégahertz et le térahertz (THz) 1 000 gigahertz.

Le spectre radioélectrique a une étendue de quelque 3 THz mais, pour des raisons économiques et techniques, seule sa partie inférieure est utilement exploitable. Lors de la conférence internationale tenue à Washington en 1927, on n’a pas dépassé les 30 MHz dans l’attribution des bandes. Par la suite, l’essor technologique et une demande croissante en radiocommunication ont fait monter sans cesse ce plafond : 60 MHz en 1932, 200 MHz en 1938, 10,5 GHz en 1947, 40 GHz

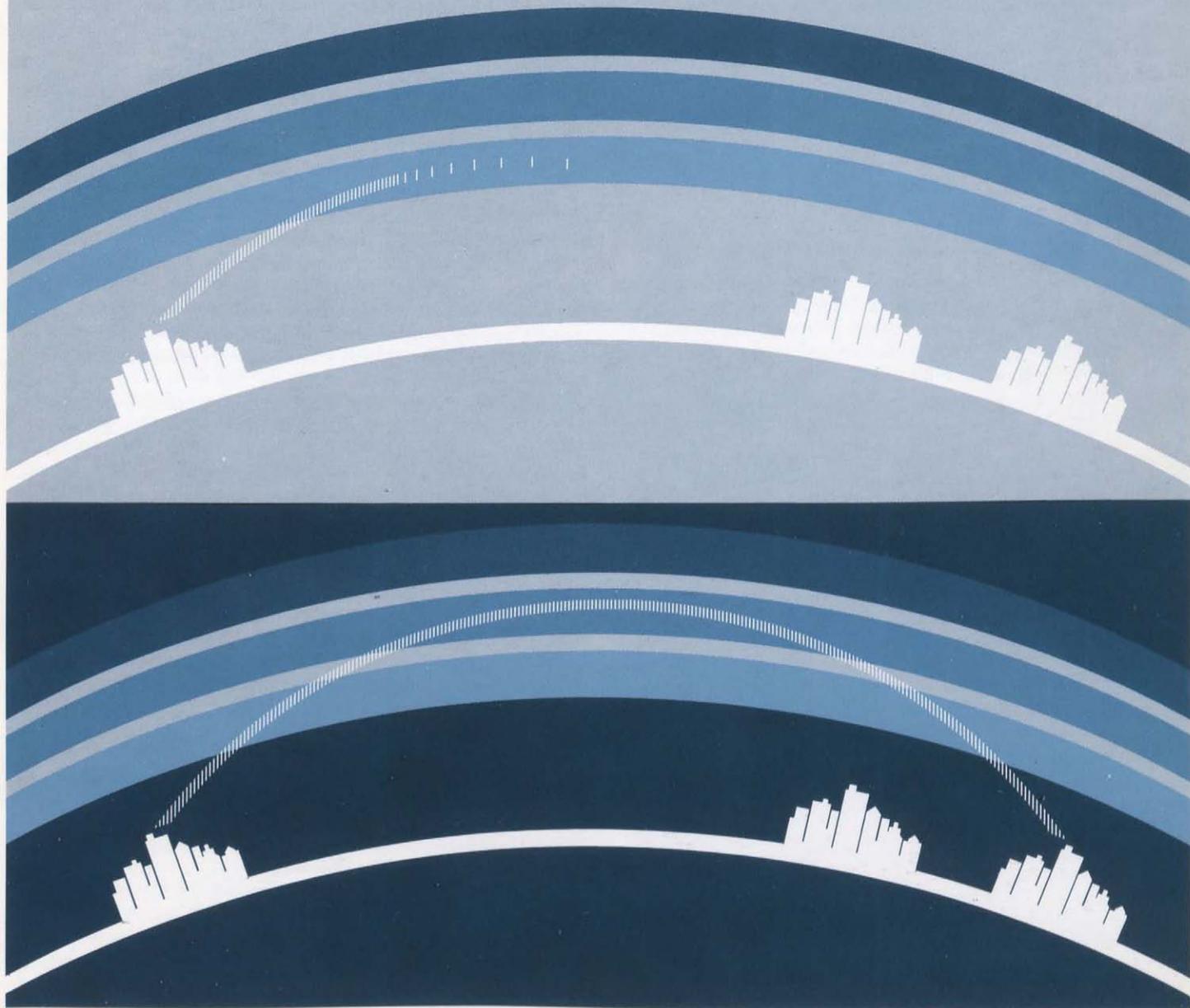
The teacher is hundreds of miles away, but his voice and picture are flashed to these pupils in the twinkling of an eye.

Ces élèves peuvent entendre et voir leur professeur qui est à des centaines de miles de leur salle de classe. La communication est instantanée.



The sun causes daily variations in the properties of the ionosphere which determine how far a standard broadcast radio station can be heard. During daylight (top), the ionosphere's D region absorbs the sky wave signal. But at night (bottom), as D region influences all but disappear, the same signal reaches higher levels of the ionosphere and is reflected back to earth hundreds or even thousands of miles from the transmitting station.

Le Soleil agit sur l'ionosphère et, ce faisant, détermine la portée d'une station de radiodiffusion. Durant le jour, la région D de l'ionosphère absorbe les signaux d'onde réfléchi. La nuit, comme la région D perd ses propriétés, les mêmes signaux atteignent des niveaux supérieurs de l'ionosphère et sont renvoyés à la Terre à des centaines si ce n'est pas à des milliers de milles de la station émettrice.



Consider two opposite extremes of information complexity — the simple Morse Code transmission and the TV signal. The Morse signal carries no sound or other external information. The rhythmic absence or presence of the radio wave constitutes the message. The color TV receiver, on the other hand, demands a steady stream of sound, picture, color and movement — all of which must be conveyed at the same instant. While the High Frequency Spectrum (3 to 30 MHz) affords space for thousands of simultaneous Morse, voice and data transmissions, its equivalent width is consumed by fewer than five color TV signals — each one gobbling up as much bandwidth as 600 AM radio stations.

en 1959 et 275 GHz en 1971. La capacité d'information d'un signal radioélectrique dépend de sa fréquence : l'information transmise est directement proportionnelle à l'augmentation de la fréquence.

Pour plus de commodité, on a arbitrairement divisé le spectre des fréquences en un nombre de régions, chacune ayant des caractéristiques plus ou moins particulières qui déterminent le genre d'exploitation.

Les basses et les très basses fréquences — jusqu'à 300 kHz — ont tendance à ne pas s'éloigner de la surface terrestre et sont tout à fait indiquées pour les communications avec les sous-marins.

La radiodiffusion à l'échelon national et international est confinée dans les zones de moyennes et de hautes fréquences (jusqu'à 30 MHz), où se déroulent par ailleurs la plupart des radiocommunications à longue distance entre stations terrestres. Leur fréquence augmentant au-dessus de 30 MHz, les signaux sont de plus en plus entravés, arrêtés ou réfléchis par divers obstacles à la surface du sol, notamment par les immeubles élevés ; sans compter qu'ils sont atténués par l'atmosphère.

La télédiffusion et la radiodiffusion MF, de même que la plupart des services mobiles urbains, sont confinés aux très hautes (30 à 300 MHz) et ultra-hautes (300 MHz à 3 GHz) fréquences.

Au-delà de 1 GHz, la nécessité de procéder à des transmissions à portée optique réduit le nombre d'applications possibles de la radio. Les signaux d'environ 30 MHz et à fréquences plus élevées ne sont pas normalement réfléchis par l'ionosphère. Par conséquent, ils ne sauraient convenir qu'aux communications essentiellement locales, sauf si l'on dispose de répéteurs montés à bord de satellites ou de répéteurs à micro-ondes (qui suivent des trajectoires à portée optique) ou d'antennes installées sur des gratte-ciel ou des collines. Dans ce dernier cas, la réception est limitée aux points en visibilité directe les plus éloignés de l'antenne émettrice. Ces fréquences comportent la possibilité de transmettre simultanément de larges volumes d'information, car des émetteurs relativement puissants, utilisant les mêmes voies, peuvent, toutes proportions gardées, être installés très près les uns des autres sans créer d'interférences. Voilà qui nous aide sans doute à mieux comprendre pourquoi la distance parcourue par les faisceaux hertziens influe de façon aussi déterminante sur le choix des fréquences et qui explique en partie les concentrations plus denses dans certaines parties du spectre.

La largeur de bande d'une station radio, ou l'espace du spectre occupé par un signal sonore, est fonction de la complexité et du volume des sons à transmettre. Considérons deux cas extrêmes : le code morse et la télévision. Le signal en morse ne comporte ni son, ni autre donnée extérieure.

Only radio can provide the flexible, on-the-go communications required by this ski patroller.

La radio permet à ce patrouilleur d'avoir les communications instantanées qu'il lui faut dans l'exercice de ses fonctions sur les pentes de ski.



**A vital
resource
for Canada**

A nation's telecommunications capacity is a mix of interconnected and interdependent telegraph, telephone and radio-based systems. Where economic, geographic or other considerations preclude installation of land lines — or where mobility is essential — radio fills the gaps. The spectrum is an indispensable resource for modern countries.

With vast distances separating her scattered population centres — particularly in the north-south axis — and a highly mobile citizenry, Canada is no exception. Our major users demonstrate the unique suitability of radio for mobile communications or links spanning great or inhospitable distances. Canadians have tripled their demands on the spectrum during the last decade. There were 98,670 radio licences in force in 1963. Today there are well over 315,000.

Our biggest user groups include the General Radio Service (which provides ordinary citizens with inexpensive, low power communications), taxis, building and other construction trades, air transport, amateurs, ships and water transport, electrical power systems, truck transport, police and other federal, provincial and municipal services.

**The
spectrum
manager**

Canadians' demands on the spectrum continue to grow. But the resource is not limitless. And anyone's use of it potentially affects or limits use by others.

The need to manage this vital natural resource in the national interest is obvious. The job of setting out rules and priorities to govern the day-to-day use and future development of radio in Canada falls to the federal Department of Communications.

The department, created by Parliament in 1969, has a broad mandate to foster the best possible telecommunications services of all kinds and help see that they are made available

C'est le rythme de l'onde radioélectrique qui constitue le message. Le téléviseur couleur, par contre, exige un flot continu de sons, d'images, de couleurs et de mouvement, qui doivent tous coïncider. Si la bande des hautes fréquences de 3 à 30 MHz offre assez d'espace pour des milliers de signaux morse, de messages sonores et de données numériques, son étendue serait entièrement occupée par moins de cinq signaux de télévision couleur, chacun prenant autant d'espace que 600 stations à modulation d'amplitude (MA).

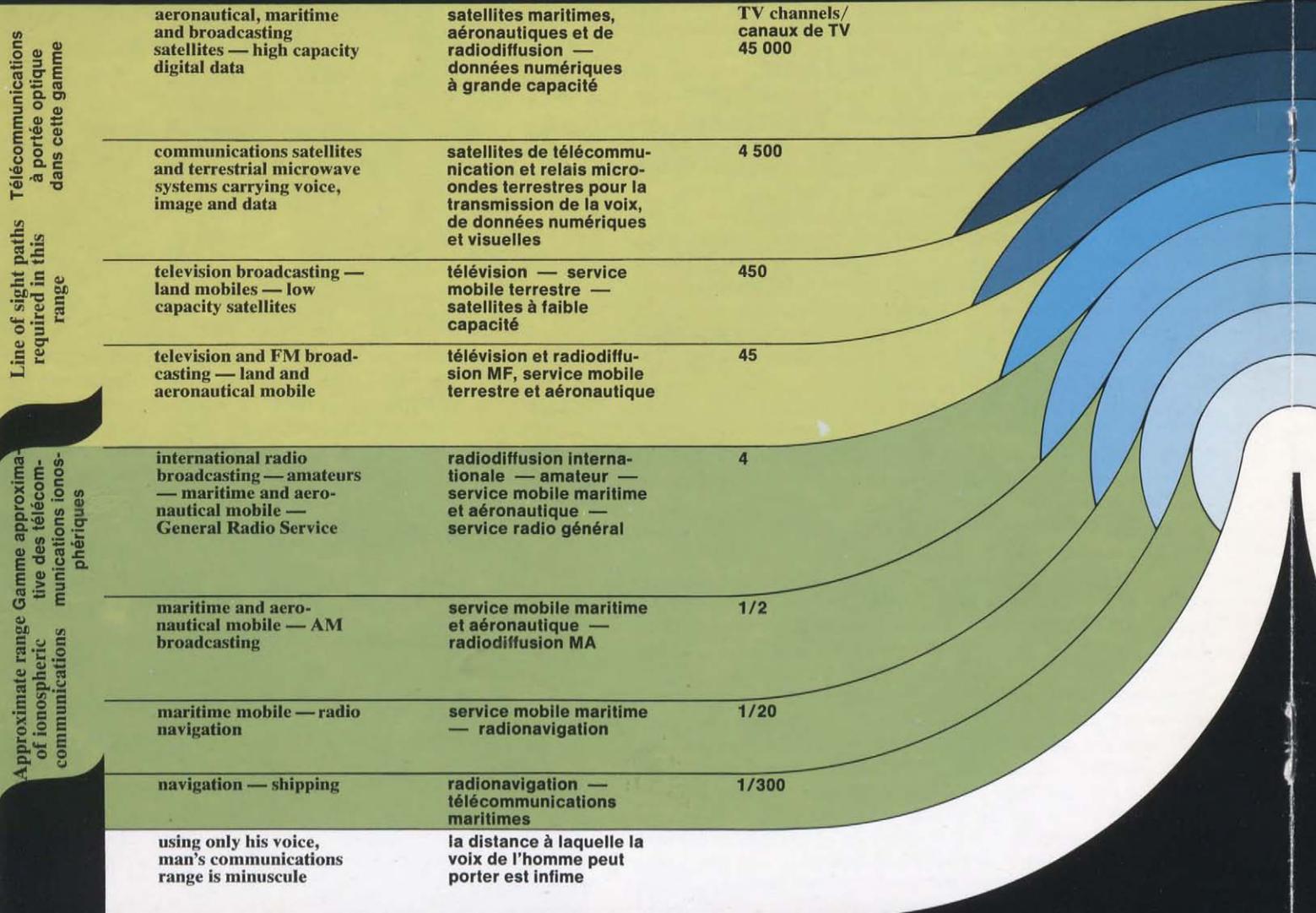
**Une
ressource
indispensable**

Le potentiel d'un pays en télécommunication embrasse des réseaux télégraphiques, téléphoniques et radio-phoniques, souvent interconnectés et interdépendants. Lorsque la mobilité est essentielle ou que l'installation de lignes terrestres est impossible pour des raisons d'ordre économique, géographique ou autre, la radio intervient. Aussi le spectre radioélectrique est-il une ressource indispensable dans les pays modernes.

C'est particulièrement le cas au Canada où de grandes distances séparent des centres urbains disséminés, notamment dans l'axe nord-sud, et où la mobilité des citoyens est très grande. L'utilisation fort étendue qu'on fait de la radio pour les services mobiles ou les liaisons sur de grandes distances, ou en terrain difficile, confirme l'importance pour nous du spectre radioélectrique.

Depuis dix ans, elle a triplé : les licences de radiodiffusion sont passées de 98 670 en 1963 à plus de 315 000 à l'heure actuelle. Les principaux utilisateurs comprennent le Service de la radio générale (qui met à la disposition de tous les utilisateurs des services de télécommunication économiques et à basse puissance), les taxis, le secteur du bâtiment et les autres secteurs de la construction, les transports aériens, les radio-amateurs, les navires et les transports maritimes, les réseaux de distribution de courant électrique, les transports routiers, la police et divers services du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux et des municipalités.

The radio spectrum Le spectre radio électrique



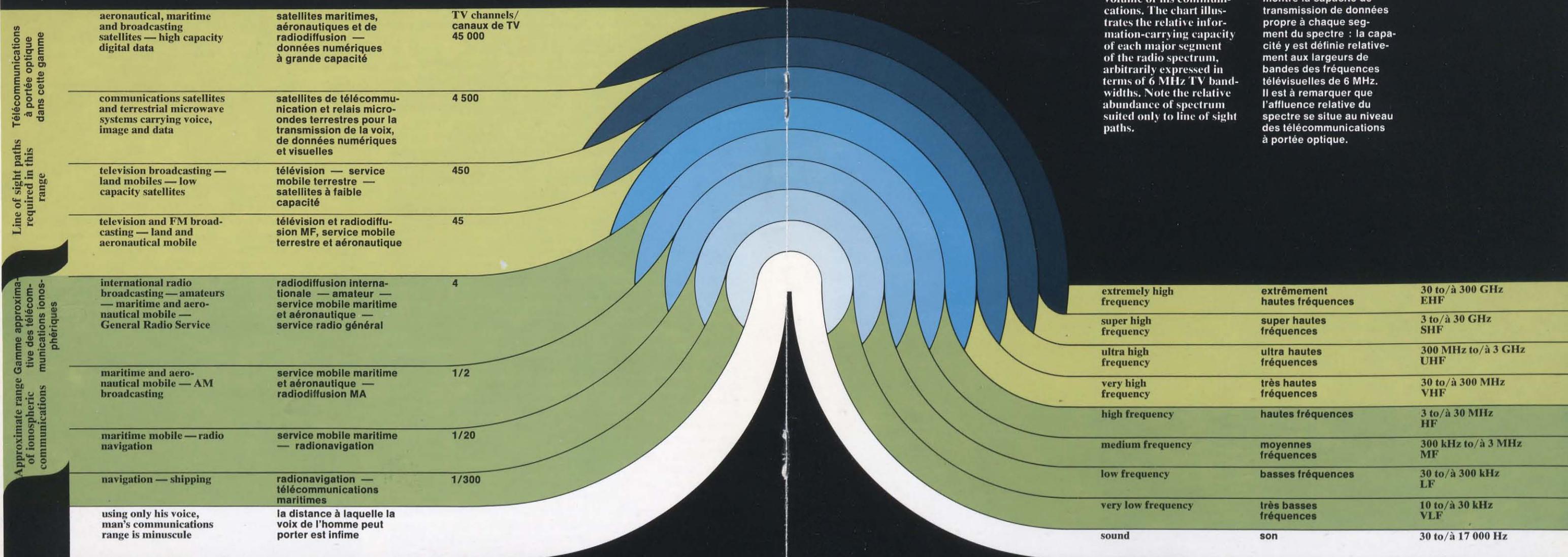
Man has learned to master the use of progressively higher radio frequencies to carry tremendous increases in the volume of his communications. The chart illustrates the relative information-carrying capacity of each major segment of the radio spectrum, arbitrarily expressed in terms of 6 MHz TV bandwidths. Note the relative abundance of spectrum suited only to line of sight paths.

L'homme a réussi à utiliser les plus hautes fréquences radio pour accroître ses possibilités de communications. Le graphique montre la capacité de transmission de données propre à chaque segment du spectre : la capacité y est définie relativement aux largeurs de bandes des fréquences télévisuelles de 6 MHz. Il est à remarquer que l'affluence relative du spectre se situe au niveau des télécommunications à portée optique.



extremely high frequency	extrêmement hautes fréquences	30 to/à 300 GHz EHF
super high frequency	super hautes fréquences	3 to/à 30 GHz SHF
ultra high frequency	ultra hautes fréquences	300 MHz to/à 3 GHz UHF
very high frequency	très hautes fréquences	30 to/à 300 MHz VHF
high frequency	hautes fréquences	3 to/à 30 MHz HF
medium frequency	moyennes fréquences	300 kHz to/à 3 MHz MF
low frequency	basses fréquences	30 to/à 300 kHz LF
very low frequency	très basses fréquences	10 to/à 30 kHz VLF
sound	son	30 to/à 17 000 Hz

The radio spectrum Le spectre radio électrique



Man has learned to master the use of progressively higher radio frequencies to carry tremendous increases in the volume of his communications. The chart illustrates the relative information-carrying capacity of each major segment of the radio spectrum, arbitrarily expressed in terms of 6 MHz TV bandwidths. Note the relative abundance of spectrum suited only to line of sight paths.

L'homme a réussi à utiliser les plus hautes fréquences radio pour accroître ses possibilités de communications. Le graphique montre la capacité de transmission de données propre à chaque segment du spectre : la capacité y est définie relativement aux largeurs de bandes des fréquences télévisuelles de 6 MHz. Il est à remarquer que l'affluence relative du spectre se situe au niveau des télécommunications à portée optique.

to — or for the benefit of — as many Canadians as possible. In attempting to fulfill this responsibility, its approach is governed by economic and social factors as well as technical ones. It sees the spectrum as a tool capable of helping Canadians attain important national objectives, such as a better educated and informed citizenry, northern development, greater health and safety and enrichment of the general cultural, political, social and economic fabric of the country.

The Radio Act, from which the department derives its spectrum managing authority, empowers the minister of communications to issue radio licences, to which he may attach conditions considered appropriate for the orderly development and operation of radio. All non-broadcast transmitting equipment installed or operated in Canada must be either licensed or exempted from licensing under the act. Broadcast transmitters must be certificated. No one is considered to have an automatic right to either obtain or keep a licence, nor any proprietary rights over frequencies he is authorized to use.

But spectrum management entails much more than just doling out frequencies: the department believes that planning ahead — to ensure that radio will always be able to play its part in the realization of Canadians' personal, commercial and national goals — is its most important spectrum-managing activity.

Spectrum managers must base their plans on the most reliable (yet still fallible) indicators of probable future demand for radio services, by locality, region and type of use. They must then take into account foreseeable new technology likely to be available to help meet that demand within existing frequency allocations. If this process points to re-allocation, it must be considered in the light of the probable socio-economic consequences of available alternatives.

A major constraint is the embedded nature of user and manufacturer investment in radio equipment. Re-allocation must not be so sudden or so rapid as to unreasonably reduce the useful life of equipment. It is a measure of the success of Canadian and international planning so far that no major or disruptive re-allocations have been or are likely to become necessary in this country in the foreseeable future. We should be able to meet demands by opening up unused bands and making more efficient use of existing ones.

In another area, technical standards for radio equipment and devices capable of causing interference must be developed, updated and enforced and applications for licences evaluated to ensure conformity with such standards, as well as with national or regional plans.

The department also examines and certifies the competency of radio operators, employs monitoring stations and inspec-

La gestion du spectre

La demande continue de s'accroître au Canada. Mais l'étendue du spectre radioélectrique n'est pas illimitée. Chacun de ceux qui y recourent restreint la part des autres.

Dans l'intérêt du pays, cette richesse naturelle doit faire l'objet d'une gestion rationnelle. C'est au ministère des Communications qu'il incombe d'adopter les règles nécessaires en vue de la gestion des radiofréquences et de leur développement futur.

Ce Ministère, créé par une décision du Parlement en 1969, est chargé de veiller à ce que les meilleurs services de télécommunication de tous genres soient offerts au plus grand nombre possible de Canadiens et qu'ils soient conformes aux intérêts de la population.

Pour exercer cette fonction, il se fonde sur les facteurs économiques et sociaux, de même que sur les données

Department of Communications monitoring stations help enforce the rules governing the use of radio in Canada.

Les stations de contrôle des émissions du ministère des Communications permettent de faire observer les règlements régissant l'utilisation de la radio au Canada.



Microwave repeater stations carry nearly all Canada's long distance telephone, data and television traffic. Stationed at line of sight intervals of about 30 miles to avoid interference from physical obstructions, they form some of the longest communications networks of their kind in the world.

Au Canada, presque tous les appels interurbains, les transmissions de données et les signaux de télévision passent par des stations de répéteurs à hyperfréquences. Ces stations sont à quelque 30 milles de distance l'une de l'autre, afin qu'elles soient en visibilité directe. Elles constituent le plus long réseau de télécommunication du genre au monde.



tions to make sure stations are properly operated, and encourages prompt adoption by industry of technological improvements that conserve spectrum, or contribute to its more efficient utilization.

**A resource
which knows
no boundaries**

Electromagnetic radiation is no respecter of international boundaries. Domestic spectrum management must therefore mesh with that of the International Telecommunication Union (ITU), the United Nations agency whose aim — simply put — is to prevent the radio emissions of each of its members from creating harmful interference with communications in the others. The ITU acts as a clearing house for frequencies and provides a forum for discussion, planning and resolution of problems.

About the time radio transmission of the human voice was being developed, governments were awakening to the full potential of the spectrum for the social and economic betterment of mankind. They moved, on national levels at first, to control the chaos of interference that had resulted from unregulated use of radio. Mandatory assignment and registration of frequencies were introduced, followed by increasing international co-operation to conserve and better direct the use of what was increasingly recognized as a truly global resource.

But the first allocation of radio frequencies to specific services did not take place until a major conference in Washington in 1927. (In 1932, the ITU, which had been founded in 1865 as the International Telegraph Union, dropped the middle word in favor of the broader term, "Telecommunications".)

The ITU works through a general secretariat in Geneva, an international frequency registration board, a radio consultative committee and a committee on telegraph and telephone matters. Its administrative council, of which Canada has been a member since 1947, supervises and coordinates these functions between major conferences, held about every five years. Canada's support and leading role in ITU affairs is founded on our recognition of telecommunications as an instrument for improving international understanding and co-operation.

d'ordre technique. Car le spectre est un instrument susceptible d'aider les Canadiens à atteindre leurs principaux objectifs nationaux : éducation plus poussée des citoyens et meilleure information ; mise en valeur du Grand Nord ; amélioration de la santé et de la sécurité ; perfectionnement culturel, politique, social et économique de la population.

C'est de la *Loi sur la radio* qu'émanent la plupart des pouvoirs du ministère des Communications relativement à la gestion du spectre : c'est elle aussi qui autorise le ministre titulaire à octroyer, sous certaines conditions, les licences de radiodiffusion visant à assurer le développement et l'exploitation ordonnés de la radio. L'installation et l'exploitation des matériels émetteurs qui ne sont pas destinés à la radiodiffusion portent l'obligation d'une licence, sauf les exceptions prévues par la loi. Dans le domaine de la radiodiffusion commerciale, tous les matériels sans exception sont soumis à la certification : les licences d'exploitation sont délivrées par le Conseil de la radio-télévision canadienne. Personne ne détient d'office le droit de se faire octroyer ou de conserver une licence ni de privilèges de propriété sur des fréquences attribuées.

Mais la gestion du spectre ne se limite pas à la simple attribution des fréquences. En ce qui concerne l'utilisation du spectre, le Ministère estime que la planification constitue sa fonction première ; il s'assure ainsi que les Canadiens disposeront toujours de la radio pour réaliser leurs objectifs personnels, commerciaux et nationaux.

Les planificateurs doivent se fonder sur les signes de la demande les plus fiables, selon la région et la localité et compte tenu du type de besoin, mais aucun de ces signes n'a de valeur absolue. Ils doivent ensuite prendre en considération les innovations techniques prévisibles qui pourraient permettre de mieux satisfaire cette demande dans les limites des fréquences attribuées. S'il en ressort qu'une nouvelle répartition s'impose, il faudra l'envisager à la lumière des effets socio-économiques probables de chacune des solutions possibles.

Les investissements des utilisateurs et des fabricants de matériel radio posent, par leur étroite solidarité, une difficulté majeure dans la répartition des fréquences. La redistribution ne doit être ni rapide, ni soudaine, car elle risquerait d'abrégé indûment la durée utile du matériel. Le succès de la planification canadienne et internationale tient à ce qu'il n'a pas été nécessaire de procéder à une redistribution dislocante et qu'on ne prévoit pas qu'il le devienne. Nous devrions être en mesure de répondre à la demande prévisible par l'ouverture de bandes inexploitées ou par une utilisation plus rationnelle de celles déjà en usage.

Dans un autre domaine, des normes précises doivent être définies, constamment mises à jour et appliquées dans le cas du matériel radio et des appareils pouvant causer des brouil-

We have special reasons for mutually beneficial special understandings and agreements with our close neighbour, the United States. These agreements, particularly essential in densely populated border zones, apply within distances from the border that vary with frequencies and services involved.

All broadcasting assignments are closely coordinated, with TV channels jointly allocated up to 250 miles from the border. Other Canada-U.S. coordination agreements require a steady two-way flow of assignment information across the border, so that non-broadcasting services do not create harmful interference with each other.

The new era of domestic satellite communications requires even closer co-operation with the United States on sharing of the strictly limited number of both orbital "parking spots" and frequencies available for space systems serving North America.

New directions

On November 9, 1972, Canada became the first nation in the world with a domestic geostationary communications satellite. Telesat Canada's Anik I was joined in orbit above the equator in April, 1973, by its identical twin brother, Anik II. We have a vital interest in seeing to it that international agreements provide sufficient orbit and frequency room for expanded Canadian satellite communications systems.

Communications satellites can carry tremendous amounts of information (today's generation of Canadian satellites can handle the equivalent of a dozen color TV programs, or many thousands of telephone conversations) but, in doing so, their spectrum appetite is considerable. And the United States is hard on Canada's heels in the space communications field. With its larger population and numerous competing interests, it can be expected to launch many domestic communications satellites (perhaps as many as a dozen or more by 1978). Canada has been a world leader in peaceful applications of space technology for more than a decade. Now we are in the forefront of efforts to extend communications satellite operation into portions of the Super High Frequency (3 to 30 GHz) spectrum not now used by satellites and, through use of much higher output power, greatly improve the efficiency of satellite communications systems generally.

lages. En outre, les demandes de licences ne devraient être acceptées que si elles sont conformes à ces normes et aux plans établis aux échelons national et régional.

Le Ministère étudie et certifie la compétence des radio-diffuseurs ; il utilise des stations de contrôle et procède à des inspections pour s'assurer que les stations sont exploitées de façon appropriée, et il encourage l'adoption immédiate par l'industrie de toute amélioration technologique permettant de préserver une partie du spectre ou d'utiliser celui-ci de façon plus rationnelle.

Une ressource qui ne connaît pas de frontières

Le rayonnement électromagnétique ne respecte pas les frontières internationales. Aussi, la gestion nationale du spectre doit-elle être faite en étroite collaboration avec celle exercée par l'Union internationale des télécommunications (U. I. T.), organisme des Nations unies chargé de veiller à ce que les signaux radio émis à partir du territoire d'un état membre ne brouillent pas les communications des autres pays membres ; l'U. I. T. agit à titre de centre coordinateur pour la répartition des fréquences et constitue un forum international pour les échanges de points de vue, la planification et le règlement des différends.

Au moment où la radiophonie se développait, les gouvernements prenaient conscience des possibilités économiques et sociales du spectre radioélectrique. Leur intervention a d'abord visé, au plan national, à mettre fin au chaos créé par l'exploitation désordonnée de la radiophonie, cause de brouillages innombrables. Des réglementations furent mises au point touchant la répartition et l'enregistrement des fréquences. Peu à peu le besoin d'une coopération internationale se fit sentir pour préserver et mieux exploiter cette ressource commune.

La première attribution de fréquences radioélectriques à des services particuliers n'eut lieu cependant qu'après l'importante conférence de Washington, en 1927. (En 1932, l'Union télégraphique internationale, fondée en 1865, adoptait l'appellation plus générale d'Union internationale des télécommunications.)

L'U. I. T. opère par l'intermédiaire de son secrétariat situé à Genève, d'un conseil international pour l'enregistrement des fréquences, d'un comité consultatif en matière de radio

The Department of Communications' research centre is now preparing for the late 1975 launch of the Communications Technology Satellite (CTS). A purely experimental satellite, CTS is designed to demonstrate the technology of a whole new generation of semi-direct broadcasting satellites, beaming TV, data and other signals to small, even portable "dish" antennas.

Satellite communications are one fast-growth area in spectrum utilization of current concern to managers of the resource. Another challenge is that posed by continued growth in demand for more and more land mobile service channels — those required by police and fire departments, small businesses, public services and utilities, mobile telephones and other urban-oriented services. Most operate in the heavily occupied 150 to 174 MHz band. With this band near saturation in some large urban centres, occupation of the previously little-used 450 to 470 MHz band is taking place.

Canada gives priority to aircraft and ship communications, as well as to essential services, such as police and other public safety agencies, and encourages those who need not necessarily use radio to explore alternate means of communication.

New modulation techniques, including use of split-second digital pulses to replace routine voice messages, and greater sharing of under-utilized frequencies by two or more licenses, all contribute to more efficient use of the spectrum.

et d'un comité chargé des questions intéressant la télégraphie et la téléphonie. Son conseil d'administration, dont le Canada est membre depuis 1947, dirige et coordonne ces activités entre les conférences tenues à peu près tous les cinq ans. La participation active du Canada aux travaux de l'U. I. T. reflète l'importance que nous attachons aux télécommunications comme l'instrument d'une meilleure compréhension et d'une coopération plus étroite entre les nations.

Parallèlement à notre recherche d'accords plurinationaux, nous nous devons, pour des raisons manifestes, d'œuvrer en étroite collaboration avec notre voisin du Sud, les États-Unis. En ce qui a trait aux radiocommunications, particulièrement dans les zones frontalières à population très dense, le Canada et les États-Unis doivent procéder à des accords bilatéraux quant à l'utilisation des fréquences et à la nature des services.

Toutes les attributions de fréquences sont soigneusement coordonnées et les canaux de télévision se sont vu attribuer une zone de près de 250 milles à partir des frontières. Les accords de coordination Canada-États-Unis portent sur les bandes de plus de 30 MHz et exigent un échange continu de renseignements touchant les fréquences assignées afin d'éviter les brouillages entre matériels émetteurs.

L'avènement des télécommunications intérieures par satellites impose une coopération encore plus étroite avec les États-Unis pour le partage des positions orbitales et des fréquences qui, en nombre limité, sont attribuées aux réseaux de télécommunications spatiales desservant l'Amérique du Nord.

Nouvelles orientations

Au mois de novembre 1972, le Canada lançait le premier satellite géostationnaire de télécommunications intérieures, Anik I de Télésat Canada, qui devait être rejoint sur orbite au-dessus de l'équateur par Anik II, en avril 1973. Nous devons nous assurer que les accords internationaux prévoient un nombre suffisant de fréquences et de positions orbitales pour nous permettre de développer nos réseaux de télécommunications spatiales.

Les satellites de télécommunication peuvent transmettre un nombre considérable de signaux (les satellites canadiens



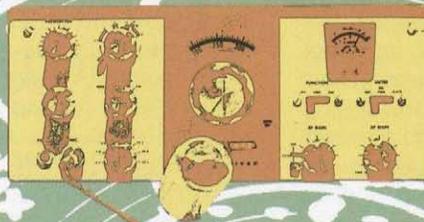
Radio is essential to the effectiveness of police forces and other public safety agencies.

La radio aide à l'efficacité de nos forces policières et des autres agences de sécurité publique.

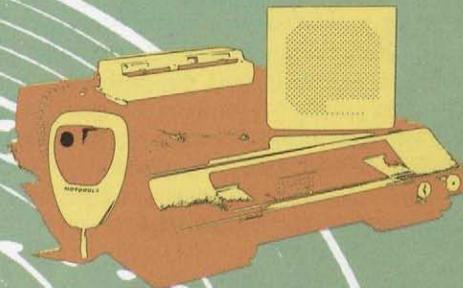
The tools of modern radio communication
Outils de radiocommunications modernes :



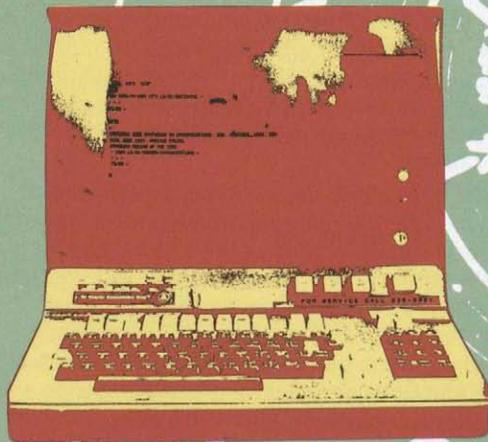
AM transistor radio
radio MA à transistors



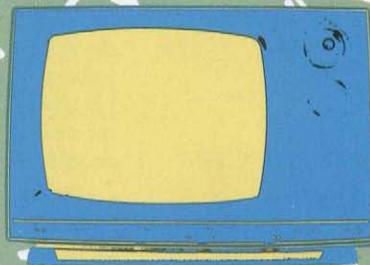
Amateur radio equipment
matériel radioamateur



Mobile transmitter-receiver
package
émetteur-récepteur mobile

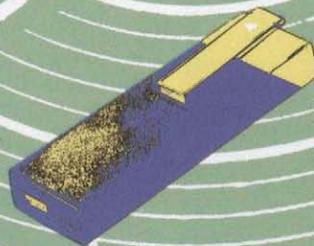


Data display terminal
terminal à écran cathodique

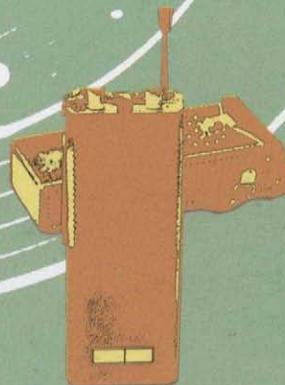


Television
téléviseur

Airport radar display
radar d'aéroport



Paging receiver
récepteur de téléappel



Hand-held walkie-talkie
émetteur-récepteur portatif

But a growing threat to efficient radio communications is the steadily rising tide of radio noise pollution generated by a great variety of common electrical and electronic devices in homes, offices and industry. Even the opening or closing of a simple light switch can generate a spark that can create radio noise over a considerable distance. Neon signs, automobile ignition systems, snowmobiles, medical equipment and a host of household appliances, such as electric razors and mixers, all contribute to the problem.

Its effect is worst where transmitted signal levels are less than the strongest, such as in big cities where tall buildings interfere with signals and concentrate noise sources. This forces users such as broadcasters to increase transmitter power, which in turn can lead to new problems of interference of a different kind. The Department of Communications has undertaken a number of measures to control, if not reverse, the trend toward spectrum pollution.

les plus récents ont une capacité égale à douze signaux de télévision couleur ou à plusieurs milliers de voies téléphoniques), mais ils ont des exigences spectrales énormes. De plus, les États-Unis suivent de près le Canada dans le domaine de la télécommunication spatiale. Avec une population beaucoup plus nombreuse et la capacité d'une concurrence des plus actives, on peut s'attendre à ce qu'ils lancent bientôt un grand nombre de satellites (une douzaine ou plus d'ici 1978).

Depuis plus de dix ans, le Canada s'est maintenu à l'avant-garde des utilisateurs de la technologie spatiale à des fins pacifiques. À présent, il entreprend des recherches poussées visant à l'exploitation des satellites de télécommunication dans les zones du spectre des super-hautes fréquences (3 à 30 GHz) que n'utilisent pas les satellites actuels, et à augmenter, par l'utilisation d'une plus grande puissance de sortie, l'efficacité des systèmes de télécommunications spatiales.

Le Centre de recherches du ministère des Communications se prépare à lancer, vers la fin de 1975, le Satellite technologique de télécommunication (S. T. T.). Il s'agit d'un engin expérimental qui ouvrirait la voie à une nouvelle génération de satellites, émettant en semi-direct, capables de transmettre des signaux de télévision, de données et autres à des antennes paraboliques de petite dimension. La télécommunication spatiale donne lieu à une exploitation de plus en plus accélérée du spectre et suscite de difficiles problèmes de gestion.

On se préoccupe aussi de l'accroissement rapide que connaît la demande de canaux pour service mobile terrestre, notamment dans le cas de la police et des services d'incendie, de la petite entreprise, des services publics, des postes mobiles de téléphone et des autres services urbains. Ils se situent pour la plupart dans la bande de fréquences encombrée de 150 à 174 MHz. Cette bande atteignant un point de quasi-saturation dans certaines agglomérations urbaines, on a commencé à exploiter la bande de 450 à 470 MHz, peu utilisée jusque-là. Nous accordons la priorité aux stations de navires et d'aéronefs ainsi qu'aux services essentiels, comme la police et les organismes de sécurité publique, et encourageons ceux qui pourraient se passer de la radio à trouver d'autres moyens de communication.

Les nouvelles techniques de modulation, y compris le remplacement des messages parlés par des impulsions numériques d'une fraction de seconde et l'utilisation partagée des fréquences sous-utilisées, faciliteraient l'exploitation rationnelle du spectre radioélectrique.

Une autre difficulté, de plus en plus aiguë, se pose par ailleurs : la pollution des ondes par une grande variété d'appareils électriques et électroniques en usage dans les



The untapped spectrum

Above the radio region lies an untapped spectrum — that of light. Laser beams may play a big part in the telecommunications of tomorrow. The information capacity of a simple light beam is many times that of a radio signal. But a major limiting factor is the requirement for line of sight paths between senders and receivers. Optical fibres, through which light beams may be bent and guided to their destination, seem to be the answer and it is in this area that much research is being concentrated.

If perfected, light-weight, economical and compact fibre optic systems could easily replace bulky underground cables for transmission of integrated inner city broadband communications. But the large scale use of lasers for telecommunications is still some time away.

And today's radio spectrum must continue to be carefully husbanded in order to meet modern man's seemingly insatiable need to communicate, particularly in an increasingly mobile world where it alone can meet that need.

maisons, les bureaux et les établissements industriels. Le simple interrupteur d'une lampe d'éclairage peut, quand on l'actionne, produire une étincelle dont le bruit se répercutera au loin. Les enseignes au néon, les dispositifs d'allumage des automobiles, les motoneiges, l'équipement médical et un grand nombre d'appareils ménagers, comme les rasoirs électriques et les batteurs électriques, ne font qu'aggraver la situation.

Leurs effets sont particulièrement gênants lorsque la puissance des signaux émis n'est pas maximale, comme dans les grandes villes où les édifices élevés font obstacle à leur diffusion et multiplient les causes de brouillage. Les utilisateurs, comme les radiodiffuseurs, sont obligés d'accroître la capacité des émetteurs, ce qui entraîne de nouveaux problèmes de brouillage. Le Ministère a pris une série de mesures destinées à arrêter, sinon à renverser, cette tendance à polluer le spectre.

Le spectre inexploité

Au-dessus de la partie du spectre attribuée à la radio, il y a une zone encore inexploitée : celle des radiations lumineuses.

Le laser peut jouer un grand rôle dans les télécommunications de demain. Un faisceau lumineux a une capacité porteuse qui dépasse considérablement celle d'un signal radio. Cependant, le besoin d'une liaison en visibilité directe constitue le principal obstacle entre l'émetteur et le récepteur.

La solution résiderait dans des fibres optiques pouvant diffracter les rayons lumineux pour les guider vers leur destination ; c'est dans ce domaine que se concentre justement la recherche. Si elle aboutit, des conducteurs à la fois légers, économiques et compacts pourraient bien remplacer les câbles souterrains volumineux pour l'acheminement, à l'intérieur des villes, des télécommunications intégrées à large bande.

L'usage généralisé du laser dans les télécommunications n'est pas pour demain. Entre-temps, il faut gérer soigneusement le spectre électromagnétique afin de répondre aux besoins inassouvissables de communication de l'homme moderne ; or, dans notre univers caractérisé par une mobilité croissante, seule la radio offre cette possibilité.

**Directional VHF array
antenne directionnelle THF**

**FM broadcasting aerial
antenne directionnelle de
télévision**



HE
8679
C2
S63
1976

CANADA. DEPT. OF COMMUNI-
CATIONS. INFORMATION SER-
VICES.

The spectrum = Le
spectre.

DATE	NAME OF BORROWER NOM DE L'EMPRUNTEUR
5/5/87	R. Letellier 29 MAY 1987
[REDACTED]	[REDACTED]



Gouvernement du Canada
Ministère des Communications

Government of Canada
Department of Communications

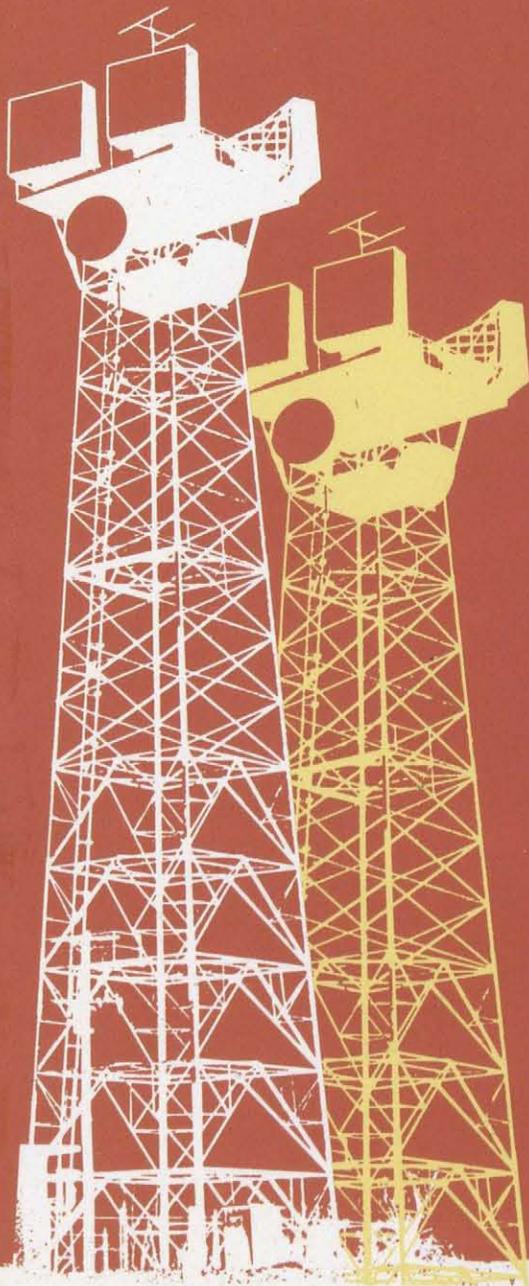
CIRCULATION
RECORD

FICHE DE
CIRCULATION 06-96
279

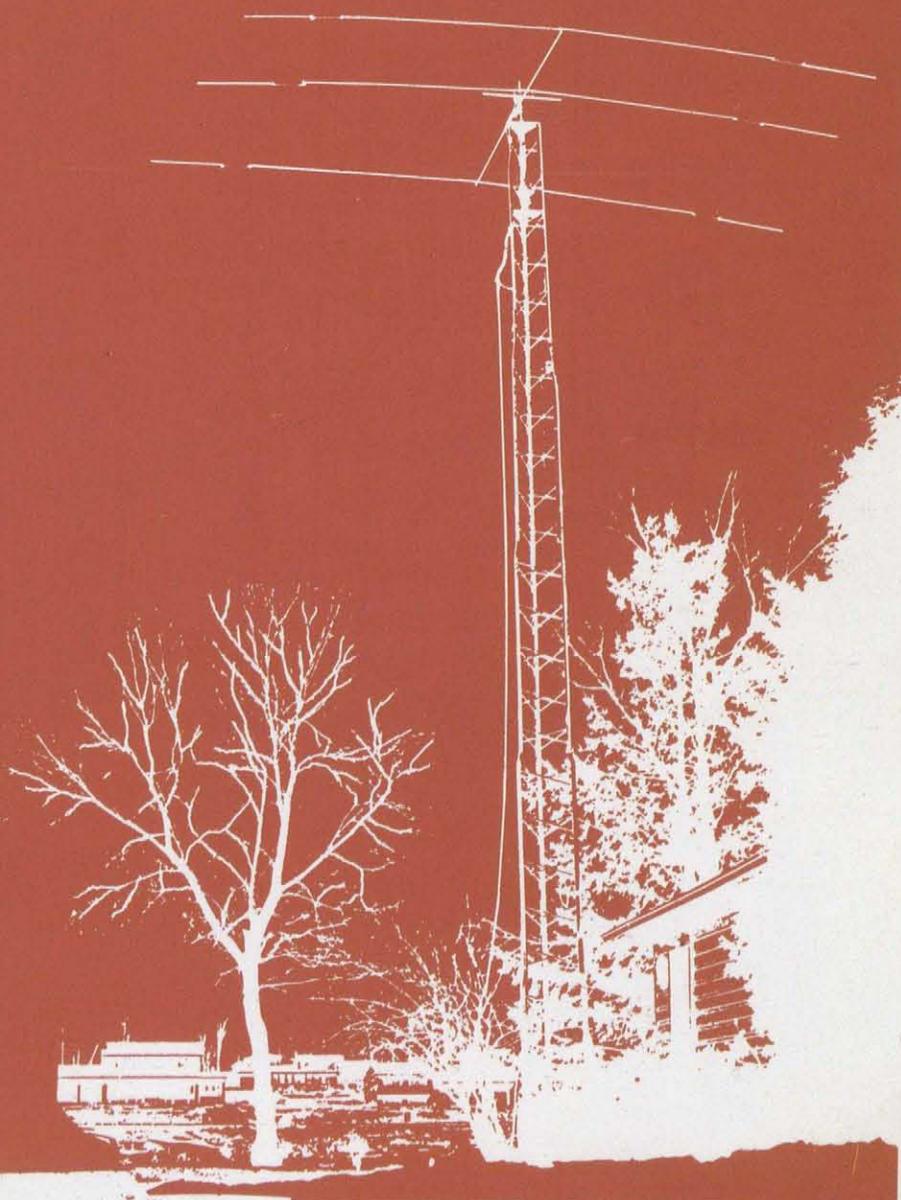
Multi-purpose
communications
tower
antenne
de radiodiffusion
en modulation
de fréquences



Microwave
repeater tower
tour de
répéteur à
hyperfréquences



Amateur radio operator's
beam antenna
antenne directionnelle
de radio amateur



CACC / CCAC



81810

