

# LES PARASITES EN T.S.F.

PAR

Pierre D'AVID

Docteur ès-Sciences



Etienne CHIRON, éditeur, 40, Rue de Seine, PARIS (VI<sup>e</sup>)



**LES PARASITES**

**EN T. S. F.**

EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE

---

R. MESNY. — <i>Radioélectricité générale :</i>	
TOME I. — <i>Étude des circuits et de la propagation.</i> .....	50 »
TOME II.	
TOME III.	
PH. LE CORBEILLER. — <i>Electro-acoustique.</i> .....	15 »
CHRÉTIEN (L.). — <i>Ondes courtes et ondes très courtes.</i> .....	20 »
DAVID (Pierre). — <i>Les Parasites</i> .....	7 50
KWALL (B.). — <i>Les bases physiques de la télévision</i> .....	15 »
VELLARD (R.). — <i>Le Cinéma sonore et sa technique.</i> .....	30 »
H. ARMAGNAT ET LÉON BRILLOUIN. — <i>Les mesures en haute fréquence.</i> .....	30 »
M. BOCHET. — <i>Les Moteurs thermiques.</i> .....	24 »
BETHENOD. — <i>Les alternateurs à haute fréquence.</i> .....	25 »
DE BELLESCIZE. — <i>Les atmosphériques et leur influence sur les signaux de T. S. F.</i> .....	10 80
L. DRIENCOURT. — <i>Emploi de la T. S. F. pour la détermination des longitudes et l'unification de l'heure.</i> .....	7 20
E. REYNAUD-BONIN. — <i>L'Acoustique téléphonique. La téléphonie. La télégraphie.</i> .....	12 »
R. JOUAUST. — <i>La télégraphie par le sol et les moyens de communication spéciaux.</i> .....	14 40
A. PEROT. Professeur à l'École Polytechnique. — <i>Phénomènes magnétiques et électriques terrestres.</i> .....	6 »
FRANCK (Cl.). — <i>La T. S. F. et l'Aéronautique (2<sup>e</sup> édition).</i> .....	15 »
R. MESMY. — <i>Usages des cadres et radiogoniométrie.</i> .....	30 »
P.-M. VIEILLARD. — <i>Les antennes de T. S. F.</i> .....	10 80
P.-M. VIEILLARD. — <i>L'Émission en ondes amorties.</i> .....	10 80

---

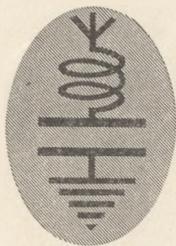
PIERRE DAVID

Docteur ès sciences

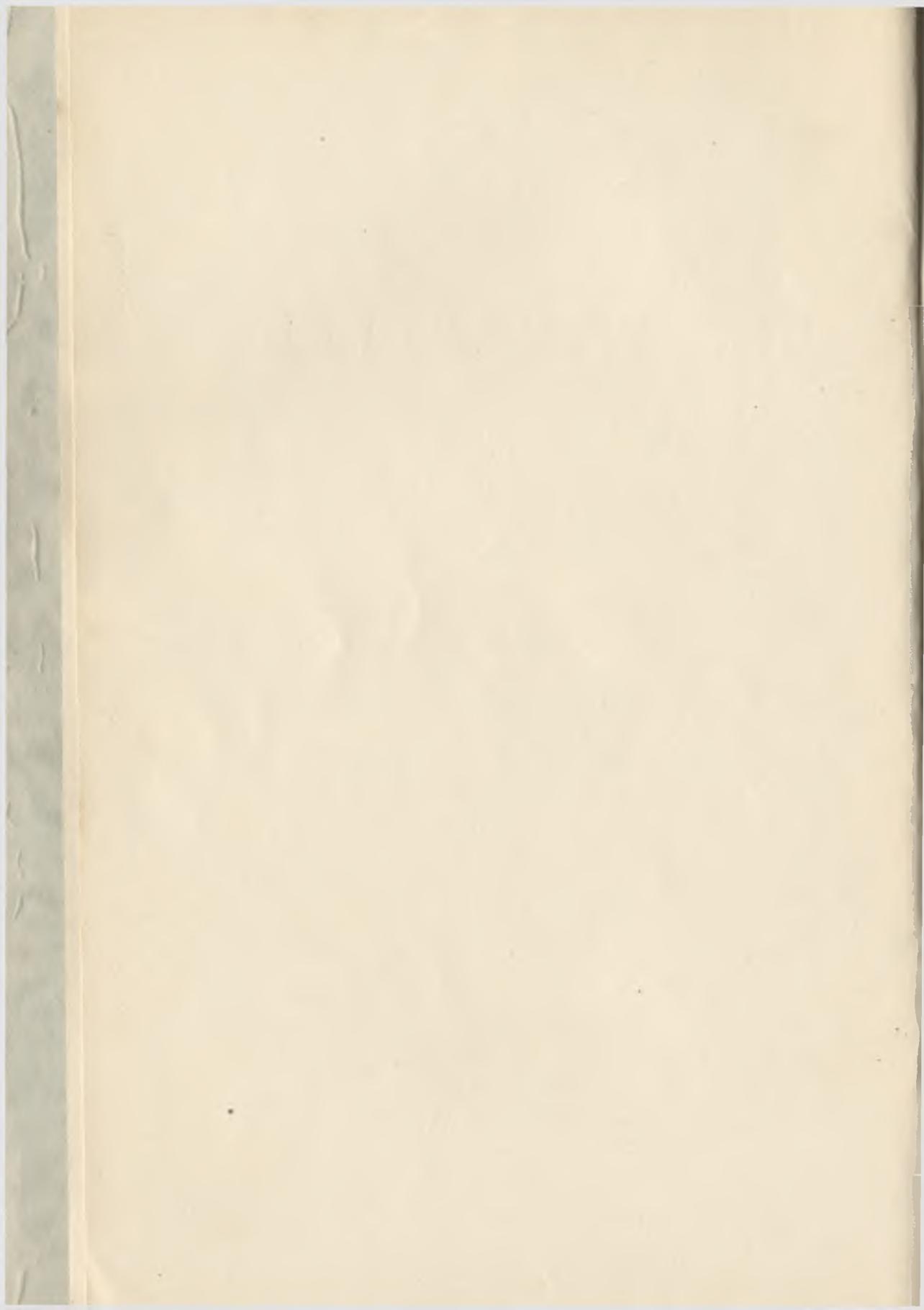
---

# LES PARASITES

EN T. S. F.



Étienne CHIRON, éditeur  
40, Rue de Seine, Paris VI<sup>e</sup>



# LES PARASITES

EN T. S. F.<sup>1</sup>

---

**Introduction.** — Comme beaucoup d'autres questions « à la mode », la question des parasites n'est pas si nouvelle qu'on le dit parfois.

Ils ont joué un grand rôle en T. S. F., il y a dix ans; suscité de fort belles études théoriques, des expériences de toutes sortes, et surtout un nombre incalculable d'inventions.

Si les parasites, un moment disparus de l'actualité, y reviennent aujourd'hui, c'est qu'ils ne sont plus tout à fait les mêmes. Leur origine a changé.

Autrefois, « parasite » était synonyme d' « atmosphérique », c'est-à-dire que nous entendions par là des perturbations ayant une origine naturelle, des décharges électriques quelque part dans les couches d'air atmosphérique. Et les radiotechniciens auraient bien ri, si on leur avait proposé de supprimer les parasites par des mesures législatives.

C'est pourtant ce qui se réalise aujourd'hui — à cela près, qu'il ne s'agit plus des atmosphériques, mais des perturbations « artificielles » ou « industrielles » résultant des innombrables appareils électriques en fonctionnement dans la cité moderne.

Le sens du mot « parasite » a donc été complètement modifié, et nous allons aujourd'hui — à quelques brèves allusions près — l'entendre exclusivement dans son acception nouvelle : nous parlerons des parasites « artificiels ».

---

1. Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 21 novembre 1934.

Que sont-ils? D'où viennent-ils? Comment se propagent-ils? Par quels moyens, et dans quelle mesure, peut-on les éliminer, ou du moins les atténuer? Je vais m'efforcer de répondre à ces questions, en utilisant d'une part les ouvrages ou articles parus un peu partout, et d'autre part, à l'occasion, quelques résultats inédits obtenus au Laboratoire National de Radio-Électricité.

Je dois d'ailleurs vous prévenir que l'abondance de la littérature sur ce sujet ne doit pas faire illusion : la plupart des auteurs répètent les mêmes banalités; rares sont les études systématiques et précises; et même sur les points les plus importants, subsistent des lacunes et des contradictions.

Je commencerai par quelques réflexions générales; j'examinerai ensuite en détail une par une, les principales sources de parasites; et pour terminer, je discuterai rapidement les procédés de mesure existants.

**Origine et nature des parasites.** — Chacun sait que les parasites sont des perturbations à haute fréquence, de forme très irrégulière; si l'on veut, des chocs brefs, très amortis, se succédant en se recouvrant plus ou moins.

Leur valeur instantanée est donc très difficile à définir; il n'est pas rare, en outre, que leur valeur moyenne varie beaucoup et rapidement avec des changements insignifiants dans l'état de la source (propreté des contacts, isolement, humidité... etc.).

Tout ce qu'on peut faire, c'est de la définir d'une manière statistique par leur amplitude moyenne en fonction de la fréquence : c'est-à-dire par leur *spectre de fréquences*. La figure 1 en donne quelques exemples d'après Alexander (2).

Ces spectres de fréquences peuvent permettre l'étude de l'action des parasites sur les récepteurs; on peut aussi calculer le courant produit par quelques perturbations de formes arbitrairement choisies, et simulant les parasites. C'était là par excellence l'aspect du problème des atmosphériques en 1920-1925. Je me contenterai ici de mentionner en leur temps quelques résultats obtenus de cette façon.

D'où viennent ces perturbations? En principe, ce sont des « oscillations libres » dans les éléments de circuits soumis à des changements rapides d'intensité. Un grand nombre de nos appareils électriques comportent de tels changements (interrupteurs, collecteurs,

allumage des moteurs à explosion) par leur principe même; dans d'autres cas, ces variations, sans être voulues, sont inévitables (prise de courant par archet ou galet sur un fil). Or, on sait que dans tout système comportant self-induction, capacité, et résistance (et il y en a toujours, plus ou moins), le passage d'un régime forcé à un autre est toujours accompagné d'une oscillation libre amortie.

Il peut également arriver que

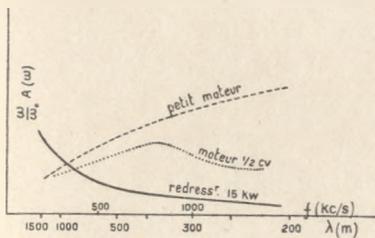


Fig. 1. — Spectre de fréquences de divers perturbateurs.  $A(\omega)$  = amplitude de la composante de fréquence  $\omega$  (Alexander).

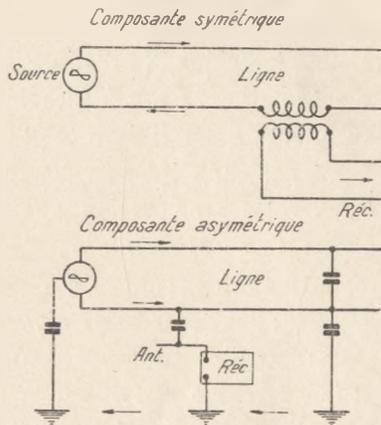


Fig. 2. — Propagation de la perturbation sur les fils.

des oscillations entretenues, mais irrégulières, soient produites dans des appareils à caractéristique négative : arcs, décharges dans les gaz (redresseurs à vapeur de mercure, tubes à néon, etc.).

Bien que le principe de ces phénomènes soit, en gros, connu, on trouve bien peu de renseignements sur le mécanisme même de la production des parasites, sur la forme et la grandeur des perturbations créées. Il y aurait là, semble-t-il, une première lacune.

**Propagation des perturbations.** — Que les perturbations se produisent dans bon nombre d'appareils, cela n'aurait aucune importance si elles y restaient. Malheureusement, elles se transmettent à distance et jusqu'au récepteur, de deux façons :

a) par induction et rayonnement direct, en ligne droite, indépendamment de tout conducteur — c'est la propagation des ondes radio-électriques elles-mêmes.

L'affaiblissement de cette transmission, en fonction de la distance  $d$ , est à peu près connu : d'abord comme  $1/d^2$ , puis comme  $1/d$ , avec en plus une absorption par les obstacles.

C'est le cas, évidemment, des troubles apportés par les moteurs à explosion d'avions ou d'autos, certains appareils médicaux, les lignes à haute tension. Certains auteurs (9, etc.) estiment en outre cette action directe appréciable dans le cas des convertisseurs, de divers moteurs électriques;

b) mais, en général, il existe entre la source de perturbations, et le récepteur, un chemin bien plus avantageux encore : c'est le conducteur électrique, le fil du réseau qui les alimente tous les deux. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire, pour transmettre la haute fréquence, que cette liaison soit ininterrompue : les ondes se transmettent par capacité d'un conducteur à un conducteur voisin.

Dans cette propagation sur fil, on peut distinguer deux composantes : l'une *symétrique*, c'est-à-dire dans laquelle les deux fils transportent des courants égaux et opposés — comme en basse fréquence; l'autre *asymétrique*, dans laquelle les fils, en parallèle comme ceux d'une antenne, transportent des courants de même sens, dont le « retour » se fait par la terre.

D'après Eppen et Muller (5), ces deux composantes seraient du même ordre de grandeur; la première, plus faible au départ, s'affaiblissant moins vite que l'autre.

Il nous semble au contraire que dans la pratique, l'influence de la seconde doit être prépondérante; les récepteurs sont équipés en effet d'une antenne intérieure présentant par rapport au réseau une capacité notable (pour des raisons d'esthétique, on la mettra le long des murs, c'est-à-dire des canalisations électriques), et par conséquent qui recevra la plus grande partie de la tension parasite (fig. 2). Au contraire, sur cette antenne, la composante symétrique n'agira que différentiellement; pour la capter, il faudrait intercaler en série par exemple, une bobine couplée avec l'entrée du récepteur.

Quoi qu'il en soit, nous sommes aussi mal renseignés sur la propagation de l'une ou l'autre composante. Les canalisations électriques des immeubles sont si irrégulières, leurs isolants si mal connus en haute fréquence; les appareils alimentés sont si variables, qu'il est bien difficile de prédire l'affaiblissement des perturbations sur ces lignes. Aucun travail expérimental ne semble avoir été fait non plus; signalons seulement que le Post-Office britannique a effectué (12) quelques mesures sur l'impédance des secteurs en haute fréquence; la variation trouvée, très irrégulière et très

différente suivant les cas, ne permet pas d'obtenir de conclusion précise.

Encore une lacune, par conséquent.

**Évaluation des parasites.** — Si la définition précise des parasites, est impossible et d'ailleurs sans intérêt, il est pourtant un moyen de les « doser » d'une manière approchée, d'après leur effet même sur le récepteur.

Évidemment, cet « effet » peut être mesuré de plusieurs manières ; évidemment aussi, il dépend du récepteur et en particulier de sa sensibilité. Mais imaginons que l'on définisse avec précision un certain récepteur toujours identique à lui-même, de sensibilité réglable et connue. On pourra comparer les effets produits sur ce récepteur par deux parasites, ou par le même parasite, avec et sans dispositif protecteur : si, pour obtenir le même résultat, on est amené à augmenter la sensibilité dans un rapport  $p$ , il sera naturel de dire que l'un des parasites est  $p$  fois plus intense que l'autre, ou que le dispositif protecteur produit un affaiblissement de  $p$ .

On pourra même obtenir une échelle absolue, en comparant l'effet du parasite avec celui d'un signal ayant telle ou telle modulation, et produisant un champ connu : on pourra définir le champ « équivalent » du parasite.

Bref, on pourra évaluer la gravité du trouble apporté, et sa réduction par divers moyens. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur les difficultés que soulève la définition du récepteur et la manière de mesurer l'« effet » du perturbateur.

Il est indispensable de remarquer ici l'étendue de l'intervalle où peuvent varier les intensités des signaux et des parasites. Le champ d'une station de radio-diffusion locale peut atteindre, dans les quartiers voisins, l'ordre du volt par mètre ; les champs des stations lointaines sont aux environs du millivolt par mètre ; et l'on utilise en télégraphie des champs encore plus faibles, parfois inférieurs au microvolt par mètre. Dans cet intervalle de  $10^6$  peuvent aussi varier les parasites ; de telle sorte que les mots de « fort » ou « faible » sont à peu près dépourvus de sens, si on ne les rapporte pas à un niveau de comparaison. Le même perturbateur, intolérable pour la réception d'une station faible, ne sera même pas soupçonné lors de l'écoute d'une station forte ; l'effet d'un

dispositif antiparasite pourra paraître excellent s'il abaisse le trouble au niveau du millivolt dans certains cas; il paraîtrait nul si l'on cherchait à recevoir un champ cent fois plus faible.

L'apparente contradiction entre les appréciations de divers opérateurs, vient certainement de ce qu'ils ont omis de spécifier leurs niveaux de référence, et de ce que ces niveaux se trouvaient, en réalité, différents.

**Principes généraux d'élimination des perturbations.** — La lutte contre les parasites peut comporter plusieurs phases : on peut agir de différentes manières et en différents endroits.

On peut d'abord agir à la source, pour supprimer vraiment la cause, c'est-à-dire l'oscillation libre du circuit : par exemple, remplacer un moteur à collecteur par un moteur sans collecteur; une sonnerie à trembleur, par un ronfleur, etc.

On peut aussi modifier les constantes du circuit, de telle manière que son amortissement soit très augmenté et dépasse la valeur « critique » (adjonction de résistances en série avec des bougies de moteurs à explosion, ou avec des tubes à décharge lumineuse); ou en augmentant la capacité, ce qui réduit les forces e. m. en jeu et diminue la fréquence des oscillations (condensateurs aux bornes des interrupteurs, collecteurs, etc.).

Si l'on ne peut réduire l'amplitude de la perturbation, ou si cela ne suffit pas, une seconde méthode consistera à l'empêcher de se propager. Nous allons l'examiner aux paragraphes suivants.

Enfin, la dernière phase de la lutte se joue au récepteur lui-même, où certaines précautions, d'une efficacité limitée, mais appréciable, peuvent augmenter le rapport signal-parasite. Nous les étudierons plus loin.

**Arrêt de la propagation directe.** — Puisque la propagation peut se faire directement, ou le long des fils, il y a donc lieu d'agir distinctement sur ces deux facteurs.

On pourra diminuer l'action directe à distance en rendant les circuits aussi compacts, aussi fermés que possible (faibles surfaces, fils jointifs, conducteurs torsadés...); en les disposant d'une manière symétrique avec leur milieu à la terre, de manière à ce que l'effet à distance d'une charge ou d'un courant se trouve compensé par celui d'une charge ou d'un courant inverses immédiatement voisins.

On fera, en un mot, exactement le contraire de ce que l'on fait pour favoriser le rayonnement des émetteurs (circuits ouverts, antennes).

Si cela ne suffit pas, on pourra interposer un *blindage* conducteur; solution théoriquement parfaite, si le blindage était rigoureusement continu et d'une épaisseur suffisante. Pratiquement, ce n'est guère réalisable... Il faudra des couvercles et des portes; et les parois pleines étant terriblement incommodes, lourdes et coûteuses, on s'efforcera de les remplacer par des treillages ou grillages métalliques.

Quelle réduction dans l'effet du blindage, résulte de ces imperfections? Il est difficile de le dire. Nous ne connaissons aucune étude systématique sur l'étanchéité des fermetures, non plus que sur la pénétration des ondes dans les parois à mailles. A défaut de mieux, je citerai les quelques observations suivantes :

Nous avons mesuré au Laboratoire National de Radio-Électricité, l'affaiblissement apporté par divers blindages en cuivre, laiton ou aluminium d'épaisseur 1,5 mm. — Suivant la longueur d'onde et le système de fermeture du couvercle, les chiffres trouvés vont de 35 à 65 décibels et plus. En superposant deux couvercles distincts, on peut encore gagner 13 à 40 décibels (fig. 3).

Dans une cabine en treillage de cuivre à maille de 1,5 millimètres, à simple paroi, avec porte à recouvrement, le champ sur des ondes de 450 mètres est réduit de 54 décibels. — On peut rapprocher de ce résultat la mesure citée par Schutte à l'Institut Henri Hertz à Berlin (24) : dans une cabine à double paroi écartée de 8 centimètres, mais où le treillage était en fer et à plus larges mailles (1,8 cm.), la réduction sur des ondes semblables était seulement de 35 décibels. — Il m'a été indiqué par ailleurs que des mailles extrêmement fines, inférieures au millimètre, seraient avantageuses.

Des pièces « électriquement sourdes » (ou « muettes »?) ont été décrites par quelques auteurs (18) avec des blindages en treillis de ce genre; l'affaiblissement produit ne semble pas avoir été mesuré.

Naturellement le blindage est applicable aux fils de connexion : deux fils torsadés ou jointifs sous gaine métallique sont bien certainement incapables de rayonner d'une manière appréciable.

**Arrêt de la propagation le long des fils.** — Laisser passer le long des fils les courants de basse fréquence, en arrêtant ceux de haute

fréquence, c'est l'ABC du filtrage : il suffit d'ajouter des self-inductions en série et des capacités en shunt. Pour agir sur les deux composantes citées plus haut, il faudra des capacités également par rapport à la terre.

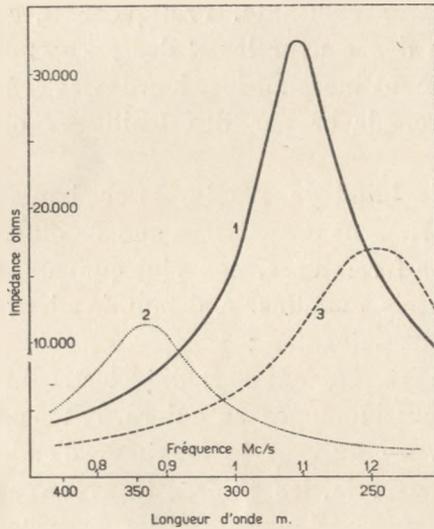


Fig. 4. — Impédance d'une bobine de choc (en spirale) pour courants intenses.

1. Bobine à l'air libre, spire intérieure à la terre.
2. Bobine dans sa boîte, spire intérieure à la boîte.
3. Bobine dans sa boîte, spire extérieure à la boîte.

(Propos. britannique, C.C.I.R. Lisbonne, p. 291.)

On peut se contenter de la self-induction des fils et placer seulement des capacités : ou réparties (c'est le second effet d'un blindage métallique relié à la terre); ou disposées à intervalles réguliers (par exemple sur une ligne aérienne de tramways); où, le plus souvent, localisées à la sortie de la source de perturbations.

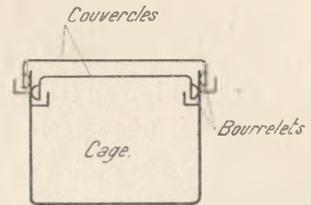


Fig. 3. — Fermeture d'un blindage.

Si cela ne suffit pas et que l'on veuille augmenter la self-induction de la ligne, on y placera des bobines d'« arrêt » ou « de choc ». L'efficacité de ces bobines croîtrait indéfiniment avec la fréquence, si elles n'avaient aucune capacité répartie, ni aucune capacité par rapport à la terre ou à leur boîtier. Malheureusement, la présence de ces capacités parasites transforme le filtre « passe-bas » en un « passe-bande », les fréquences suffisamment élevées sont dérivées par elles, et l'impédance de la bobine, maximum lors de sa « résonance », diminue pour les ondes plus courtes.

Une bonne bobine d'arrêt, qui doit avoir une impédance élevée dans un grand domaine de fréquences, n'est donc pas aussi facile à construire qu'on peut le croire d'abord; surtout si elle doit être

blindée et logée dans une boîte de faibles dimensions. C'est d'ailleurs un problème très général en radiotechnique : on peut donc se montrer tristement étonné de voir, ici encore, que le bilan des études sérieuses sur la question, se solde par le zéro pur et simple.

J'ai cependant trouvé dans les propositions britanniques à la Conférence de Lisbonne (15) un exemple instructif <sup>1</sup>. Il s'agissait de réaliser une bobine d'arrêt pour les courants intenses d'un

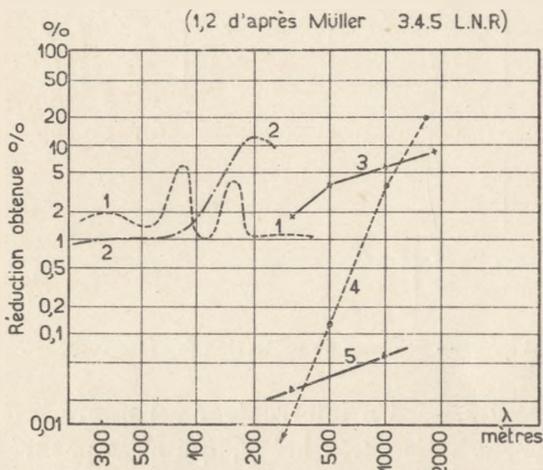


Fig. 5. — Efficacité de divers « bouchons antiparasites » en fonction de la longueur d'onde.

électrobus. En enroulant en spirale un ruban de cuivre, on a obtenu la bobine dont l'impédance est représentée par les courbes de la figure 4 : 1, sans boîtier ; 2, dans son boîtier, spire intérieure reliée à la masse ; 3, *idem*, mais spire extérieure à la masse. Il est clair que l'impédance est faible dans le meilleur cas, et bien trop réduite dans les autres. Une étude systématique permettrait sans doute de faire mieux.

On trouve couramment dans le commerce des « bouchons-filtres » réunissant sous une même enveloppe, deux capacités et deux bobines d'arrêt. La figure 5 donne quelques exemples des affaiblissements procurés par les meilleurs : 3, 4, 5 sont des modèles français essayés au Laboratoire National de Radio-Électricité dans la gamme d'ondes

1. On y trouve aussi, dans les propositions danoises (p. 385), un tableau des éléments (dimensions, poids, section, self-induction) de diverses bobines de choc. Mais leur impédance en haute fréquence n'est pas indiquée.

200 — 2.000 mètres; 1 et 2 sont cités par Muller (10) et montrent, sur ondes courtes, les irrégularités dues aux capacités nuisibles.

**Revue des diverses sources de perturbations.** — Examinons maintenant l'application de ces considérations générales aux principaux appareils perturbateurs <sup>1</sup>.

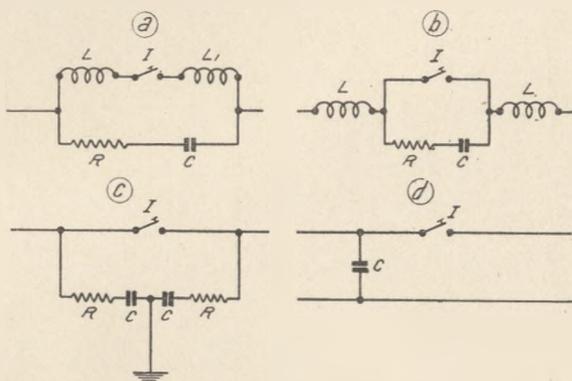


Fig. 6. — Schémas de protection des interrupteurs.

1° *Interrupteurs.* — Un interrupteur à rupture brusque ne produit qu'une perturbation très brève, qui n'est pas très gênante si elle ne se reproduit pas fréquemment. Mais certains interrupteurs automatiques fonctionnent sans arrêt (commandes d'enseignes lumineuses, thermostats, appareils télégraphiques, etc...); d'autres, au lieu de couper et d'établir brusquement le courant, prolongent pendant un temps appréciable des mauvais contacts qui deviennent gênants. (La rubrique des parasites en Allemagne mentionne dans 35 % des cas, des « interrupteurs d'éclairage défectueux ») (27).

On diminue la perturbation par une combinaison de self-inductions, capacités, résistances. Diverses variantes sont possibles (fig. 6). Certains auteurs préconisent le schéma *a*), d'autres le schéma *b*); on peut souvent se contenter de la simplification *c*); et peut-être — mais c'est un montage plus compliqué — la variante *d*) a-t-elle un avantage.

Les valeurs des éléments sont indiquées avec un certain flou. Voici quelques exemples :

1. Ces différents parasites ont été présentés par enregistrements sur disques, à la réunion de la Société des Radio-Électriciens.

## PROTECTION DES INTERRUPTEURS

SCHÉMA	VALEUR DES ÉLÉMENTS			RÉFÉRENCES
	Self-ind. millihenry	Capacités microfarad	Résistance ohms	
(a)	14	0,05	30	Post-Office britannique. Danemark (16). Pologne (18) Larsen (8).
	0,1	0,1	0	
	?	?	?	
(b)	0,1 à 1,5	0,5 à 2	0	Glas (6). Morris (9).
	0,6	0,1 à 2	50 à 100	
(c)	0	0,2 env.	50	Baize (3).
	et pour courant continu seulement :		150	
(d)	0	2 à 4	0	Morris (9).

Évidemment ces valeurs ne sont pas critiques. Cependant il ne faudrait pas les choisir entièrement au hasard. Une série de mesures de Glas (fig. 7) montre en particulier l'intérêt de la présence d'une self-induction, même faible (6).

Quelle est l'efficacité de la protection obtenue par ces dispositifs ? Elle est en général appréciable ; mais peu de chiffres ont été fournis. On voit sur la figure 7 que la perturbation peut être réduite au 1/100 de sa valeur. Nous avons lu ailleurs (1) que les Anglais, appliquant la méthode aux contacteurs de signaux clignotants, avec bobines, capacités, connexions sous plomb et blindages, avaient eu seulement un gain de 24 décibels sur la perturbation transmise au réseau, 17 décibels sur celle rayonnée directement. Ce n'est pas énorme.

2° *Moteurs.* — Les moteurs sans collecteur ne semblent pas gênants : les parasites semblent résulter de la commutation. Cependant, il n'existe pas de relation absolue entre l'aspect des étincelles au collecteur, et la force des parasites. L'affirmation britannique à ce sujet est tout à fait nette (13) :

« ... La production des brouillages est quelquefois considérée comme liée à la production d'étincelles. (Or)... il peut se produire exactement le fait contraire... un moteur, dont les balais sont correctement placés et qui ne montre pas d'étincelles apparentes, peut produire des interférences considérables... (alors que) en faisant

tourner les balais, il est possible de trouver une position pour laquelle la perturbation est considérablement réduite, bien que les étincelles puissent être si intenses qu'elles empêchent la machine de fonctionner continuellement. »

Les schémas de protection varient autour du principe indiqué figure 8 avec les valeurs d'éléments suivantes :

**PROTECTION DES MOTEURS**

VALEUR DES ÉLÉMENTS		
Self-induction millihenrys	Capacité microfarads	Référence.
0,5 à 1,5	0,1 à 4	Suivant puissance du moteur (Glas (6)).
0,6	2 à 4	Morris (9).
0,2	2	Japon (22).
0	0,1 à 0,5	Adam (1).
0	0,1 à 1	Danemark (17).
0	0,2 machines rapides. 1 à 2 machines lentes.	Baize (3).

D'après les expériences de Glas (6) (fig. 9) il y aurait une valeur optimum de la capacité : 0,1 dans le cas particulier qu'il étudiait.

Pour cette valeur, la perturbation serait réduite au centième environ de sa valeur primitive.

Nous avons eu l'occasion de mesurer au Laboratoire National de Radio-Électricité, des affaiblissements du même ordre — 30 à 40 décibels — sur les petits moteurs.

Ceci correspond à l'élimination pratique de la gêne causée par presque tous les petits appareils ménagers<sup>1</sup>.

En ce qui concerne les gros moteurs — plus de 2 kilowatts, par exemple — les résultats sont moins bons et plus irréguliers, et la question ne peut être considérée comme entièrement résolue. Le rapport de MM. Leduc et Jouaust à l'Union des Syndicats de l'Électricité est d'accord sur ce point avec l'Arrêté Ministériel du 31 mars 1934 qui ne considère pas comme assurée la protection des appareils électriques industriels (moteurs à collecteurs, dynamos, commutatrices) de plus de 2 kilowatts (art. 1<sup>er</sup>, § II).

3° *Ascenseurs.* — Les ascenseurs électriques constituent d'ex-

1. L'expérience a été faite à la Société des Radio-Électriciens le 21 novembre 1934.

cellentes sources de parasites, parce qu'ils comportent simultanément un grand nombre de contacteurs, un moteur, et un ensemble de conducteurs disposés verticalement au centre de l'immeuble — donc rayonnant efficacement. Nous avons eu l'occasion d'observer que des ascenseurs troublaient la réception de champs énormes, atteignant jusqu'à 675 millivolts par mètre.

On préconise dans ce cas toutes les précautions précédentes sur le moteur d'une part, les contacteurs de l'autre; blindage éventuel du groupe, filtrage sur les fils d'alimentation et de commande. On doit prévoir le tout avec des marges de sécurité importantes contre les surtensions, qui sont souvent à craindre.

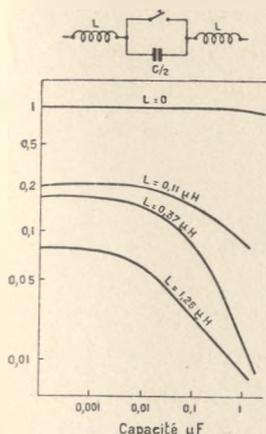


Fig. 7. — Élimination des parasites d'un interrupteur. Influence de la self et de la capacité.

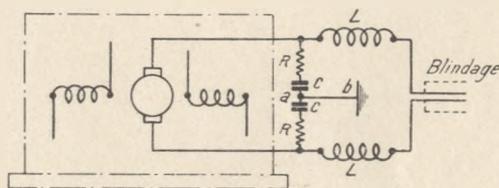


Fig. 8. — Protection d'un moteur.

Les résultats semblent satisfaisants à quelques auteurs, qui, vraisemblablement, se bornent à considérer la réception des stations locales (champs supérieurs à 10 mv/m).

Pour celle des stations lointaines (1 mv/m et moins), il y a lieu de se montrer réservé. Voir, par exemple, la conclusion négative du rapport de MM. Leduc et Jouaust à l'Union des Syndicats de l'Électricité.

4. *Tramways électriques.* — Il s'agit des tramways avec trolley aérien et retour de courant par les rails : les lignes avec caniveau, les électrobus avec deux fils parallèles, sont bien moins gênants, ce qui montre l'importance du rayonnement direct du circuit « ouvert ».

Un tramway électrique avec trolley peut gêner les réceptions jusqu'à plusieurs centaines de mètres, de chaque côté de la ligne.

Les remèdes proposés sont les suivants :

a) bon entretien de la ligne, des rails et des frotteurs;

- b) filtres sur les moteurs;
- c) filtres sur les archets (on a indiqué une self-induction de 0,6 millihenry en série); archets doubles, ou à grande surface, ou en charbon;
- d) condensateurs espacés reliant la ligne à la terre à intervalles réguliers.

Conclusions analogues à celles des ascenseurs : plusieurs résultats sont déclarés satisfaisants, mais semblent relatifs à la réception des stations locales. Pour des champs faibles, le brouillage subsiste (voir rapport ci-dessus mentionné).

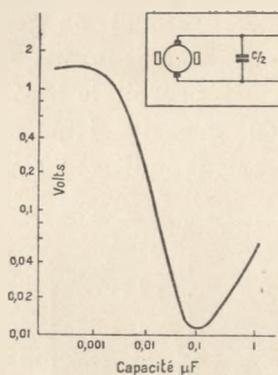
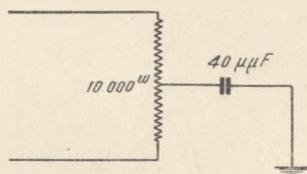


Fig. 9. — Élimination des parasites d'un moteur. Influence de la capacité (Glas).



Équivalent électrique du corps humain.

5° *Appareils médicaux.* — On comprend sous ce nom des choses très différentes, allant du modeste tube à effluves (ultra-violet) jusqu'à de véritables postes d'émission à ondes amorties (diathermie), qui peuvent brouiller dans un rayon de 500 mètres (21).

L'importance et l'efficacité des précautions à prendre dépendent naturellement du cas considéré.

Avec les appareils à effluves, on peut assez facilement obtenir des réductions de 15 à 35 décibels en disposant des capacités de protection et en recherchant la symétrie du montage par rapport à la terre : il faut naturellement tenir compte du patient, lequel, d'après le Post Office britannique, pourrait être remplacé par le schéma de la figure 10 qui est son « équivalent électrique ».

Avec les appareils mettant en jeu des puissances élevées en haute fréquence : rayons X, diathermie, etc., il faut agir plus sérieusement, et mettre en œuvre tout l'arsenal des filtres, blindages, mises à la terre des parties métalliques (écrans des tubes

Röntgen), etc. On a fabriqué des grandes cages en treillis métalliques pour loger toute l'installation, patient et opérateur compris. Le gain obtenu est assez variable : on trouve des indications de l'ordre de 6,10 décibels; parfois mieux (audibilité tombant de 1.600 à 0, de 2.500 à 34) (21).

6° *Moteurs à explosion*. — Il est assez naturel que l'étincelle aux bougies d'allumage soit l'occasion d'une décharge oscillante. (Des oscillogrammes avaient été relevés en France dès 1923 par M. Mesny.)

La fréquence de cette décharge peut être recherchée par couplage avec un résonateur voisin; on trouve un accord très variable avec la longueur des connexions de l'allumage, la longueur d'onde pouvant aller de quelques centimètres à une quarantaine de mètres, mais en général comprise entre 18 mètres et 30 mètres (fig. 11).

Ceci coïncide approximativement avec la vibration propre des circuits de bougies, en tenant compte de la capacité du bobinage de magnéto, évaluée par Jaffray (7) à 40 micromicrofarads (?). Mais il peut se faire que les choses soient plus complexes; d'après Viehmann (26), il pourrait y avoir, non pas une décharge unique à chaque étincelle, mais plusieurs décharges successives espacées de  $1/150.000$  à  $1/1.500.000$  de seconde; d'où action sur les récepteurs à ondes moyennes; de plus, ce phénomène étant très variable avec le réglage, l'avance, l'état des bougies, etc... on s'expliquerait ainsi les décevantes irrégularités de ce genre de parasites : perturbations apparaissant ou disparaissant sans raison apparente; moteurs identiques donnant des troubles très inégaux; etc.

La puissance rayonnée en haute fréquence par un moteur à explosion est évaluée par Neubauer à quelques microwatts; sur des récepteurs sensibles, la gêne peut être appréciable à plusieurs centaines de mètres.

Deux remèdes ont été préconisés :

a) *blindage complet* de tout le système d'allumage (y compris et surtout le fil de commande allant au tableau pour couper et remettre

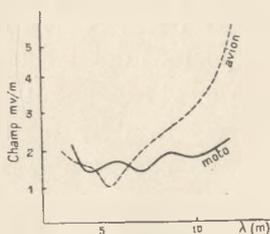


Fig. 11. — Spectres perturbateurs de moteurs à explosion (Neubauer).

l'allumage). Ce blindage n'est utile que s'il est très soigné et très bien exécuté ;

b) adjonction d'une résistance de 3.500 à 15.000 ohms en série avec chaque bougie. L'amortissement est augmenté pour la haute fréquence, l'expérience montre que l'allumage n'est pas sensiblement affecté.

Aucun renseignement quantitatif sur l'efficacité de ces deux méthodes : elles paraissent cependant donner des gains appréciables. La première est employée depuis longtemps, aux États-Unis en particulier ; la seconde est parfois préférée en Allemagne (11).

7° *Lignes à haute tension.* — Les isolateurs supportant les lignes à très haute tension, donnent lieu, surtout par temps humide, à des effluves, c'est-à-dire à des décharges plus ou moins irrégulières comportant des termes à haute fréquence. Se propageant le long de la ligne et rayonnant dans d'excellentes conditions, ces perturbations peuvent troubler les réceptions à des distances considérables : on cite des cas où un seul isolateur détérioré était gênant à plusieurs kilomètres.

Nous avons eu l'occasion de faire, pour le compte de l'Union d'Électricité, une série de mesures sur une ligne à 220.000 volts. Les résultats sont résumés par le graphique de la figure 12 ; nous remercions l'Union d'Électricité de nous avoir permis sa reproduction.

Des mesures analogues, faites en Angleterre par Morris, ont donné des chiffres du même ordre — avec toutefois une décroissance nette quand la fréquence augmente. Pour les ondes courtes, la perturbation serait 10 à 100 fois plus faible, environ (9). Cet auteur estime qu'une ligne en bon état ne saurait produire de brouillage à plus de 400 mètres de distance.

Remède : action sur les isolateurs (construction et entretien). Des études à ce sujet ont été faites en divers pays (voir Conférence des Grands réseaux à haute tension). En France, MM. Bruniaux et Petit ont opportunément signalé que la perturbation produite par un type d'isolateur ne croît pas proportionnellement à la tension appliquée ; elle est d'abord très faible ; puis, brusquement, pour une certaine tension « critique », elle change de nature et augmente beaucoup (4). La solution est donc de faire toujours travailler les isolateurs en-dessous de cette tension.

8° *Redresseurs à vapeur de mercure.* — Ces redresseurs sont susceptibles de produire des troubles jusqu'à d'assez grandes

distances, et même, d'après certains (14), par rayonnement direct.

Mais on estime généralement qu'il est facile de faire disparaître ces troubles, par l'adjonction de condensateurs (0,2 à 2 microfarads), éventuellement d'un blindage sommaire.

9° *Tubes à décharge lumineuse.* — Très utilisés pour les enseignes et la publicité, ces tubes sont des perturbateurs très fréquents, heureusement à portée limitée.

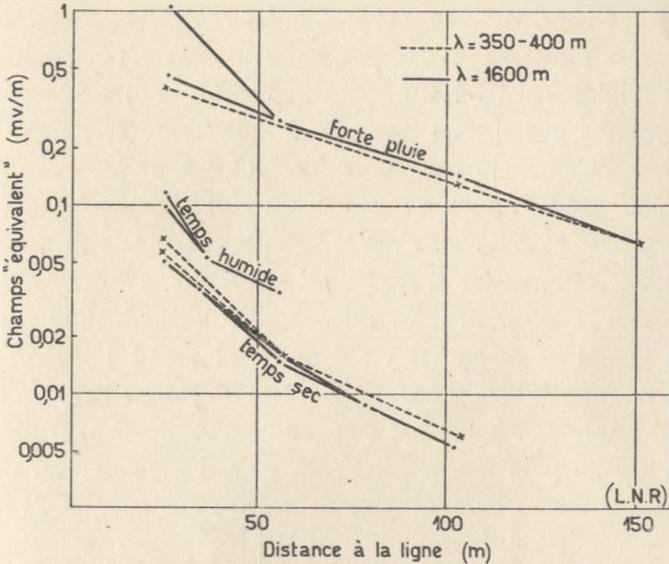


Fig. 12. — Champ perturbateur (en haute fréquence) d'une ligne à 220.000 volts en fonction de la distance.

Contre eux, sont préconisés : des montages symétriques et des filtres d'alimentation ; un blindage partiel (du côté où le tube n'a pas besoin d'être vu). Tout récemment, M. Barré a indiqué une solution élégante : l'adjonction en série avec le tube, d'une résistance d'amortissement de 10.000 ohms et plus. Cette seule précaution suffirait à rendre possible à la distance de 3 mètres, la réception de champs de 1 millivolt/mètre.

10° *Appareils télégraphiques, téléphoniques, etc.* — Les centraux télégraphiques, par exemple ceux utilisant des appareils Baudot, ont été parfois signalés comme très gênants. Les études faites par l'administration (25) ont montré que des dispositifs assez simples de condensateurs constituent une solution efficace

**Lutte contre les perturbations au récepteur même** <sup>1</sup>. — Cet aspect de la question était, autrefois, *toute* la question : car on ne pouvait agir ni sur la source, ni sur la propagation des atmosphériques.

Il ne doit pas être oublié, encore aujourd'hui; sans doute, la lutte contre les parasites doit être entreprise dans l'appareil perturbateur lui-même; mais, tant que tous les perturbateurs possibles ne seront pas, théoriquement et pratiquement, réduits au silence — c'est-à-dire pendant quelque temps encore; tant qu'il restera des auditeurs mal situés, ou désirant beaucoup entendre des stations très faibles — une dernière phase du combat pourra se jouer au récepteur lui-même.

En quoi les caractéristiques du récepteur modifient-elles le rapport signal parasite? C'est ce qui nous reste à examiner. Nous distinguerons le récepteur lui-même, et son collecteur d'ondes<sup>2</sup>.

*1° Sélection du récepteur.* — Toutes choses égales d'ailleurs, plus un poste est sélectif, c'est-à-dire plus la bande de fréquences reçue est étroite, moins il reçoit les parasites.

Malheureusement, avec la sélection croît la déformation appliquée au signal lui-même. Il y a donc une limite à la sélection possible. Cette limite est atteinte et même dépassée dans la plupart des postes actuels : la qualité de réception en souffre. Il n'y a donc presque aucun gain à espérer. Tout ce qui est possible, c'est que la sélectivité devienne réglable, de manière à ce que l'on puisse obtenir le maximum de qualité sur les réceptions fortes et ne le sacrifier qu'à bon escient.

Je voudrais en outre rappeler — ou apprendre — aux constructeurs, que des sélections égales peuvent donner des résultats différents, vis-à-vis des parasites, suivant la manière et l'endroit où elles sont faites dans les récepteurs. C'est que les récepteurs ne sont pas des systèmes linéaires; les caractéristiques des lampes sont toujours plus ou moins courbes; par suite, les brouillages et parasites risquent, s'ils sont forts, d'être mélangés au signal par détection dans les lampes amplificatrices mêmes. Il y a donc intérêt à faire la sélection avant toute autre chose. Un ou deux bons

---

1. Communication présentée à la Société des Radioélectriciens le 21 novembre 1934. (Voir O. E., février 1935, p. 70-83.)

2. Il est également possible que certains procédés tels que la « réception synchrone » de M. de Bellescize, produisent une amélioration.

circuits sélectifs en tête, entre l'antenne et la première lampe, sont donc à recommander.

2° *Suppression de toute action en dehors de l'antenne.* — Il arrive assez souvent que les brouillages et parasites agissent sur le récepteur sans passer par le circuit d'entrée; soit par action directe sur les bobinages intérieurs, soit par capacité avec le secteur.

La protection est facile : on filtrera la haute fréquence sur les conducteurs d'alimentation; on blindera les bobines, on fermera les circuits, on blindera l'ensemble récepteur même.

Il faut arriver à ce que la réception disparaisse *totalemment* quand on déconnecte les fils d'antenne et de terre, et pour toutes les longueurs d'onde.

3° *Choix du collecteur d'ondes.* — Ce point est capital : il faut employer un collecteur d'ondes où le rapport signal/parasite soit aussi grand que possible.

Donc :

Tout d'abord proscrire *absolument* l'emploi du secteur comme antenne : ce serait exactement le contraire de ce qu'il faut. Sur le secteur, on est à peu près certain d'avoir le maximum de parasites et le minimum de signal.

S'efforcer, au contraire, d'avoir une antenne et une terre (ne pas oublier celle-ci) aussi peu couplées que possible avec les conducteurs électriques environnants. Évidemment, c'est difficile. L'auditeur, neuf fois sur dix, emploiera une antenne intérieure tendue le long de sa corniche (c'est-à-dire ayant le maximum de capacité avec les moulures), et prendra comme terre, par l'intermédiaire de quelques mètres de fil semblablement disposés, la conduite d'eau ou le radiateur. Il a ainsi formé un circuit extrêmement sensible aux perturbations venues du secteur, et ne devra pas s'étonner de les y rencontrer.

Trois solutions :

a) *Antenne et contrepoids extérieurs avec descente blindée.* — Il est à peu près évident, et il a été vérifié, que le rapport des champs signal/parasite augmente très vite quand on s'élève au-dessus du toit des immeubles. Par conséquent disposer dans cette zone le collecteur d'ondes, c'est se placer dans les meilleures conditions.

Il faudra veiller, toutefois, à ce que les connexions reliant cet aérien au récepteur ne captent pas, en longeant les canalisations de l'immeuble, les parasites évités. Pour cela on blindera ces connexions. L'emploi de fil sous plomb ordinaire, à grande capacité (0,1 millième de  $\mu\text{f}$  au mètre), et à grandes pertes, a l'inconvénient d'affaiblir beaucoup le signal; mais on fabrique maintenant des câbles spéciaux pour la haute fréquence, à capacité réduite (0,01 à 0,02 millième de  $\mu\text{f}$  au mètre), et on a soin d'adapter leur impédance à celles de l'aérien et du récepteur, par l'intermédiaire de transformateurs.

b) *Cadre.* — Autre variante, qui est d'une telle simplicité qu'on n'y pense pas : le cadre. Un cadre bien compensé, sans « effet d'antenne », est indépendant des conducteurs voisins, et présente en outre un précieux effet directif. Je connais plusieurs cas où il a permis un gain notable de l'ordre de 30 à 40 décibels et je suis étonné qu'il ne soit pas employé plus souvent<sup>1</sup>.

c) *Compensation du couplage au secteur.* — Disposer de deux

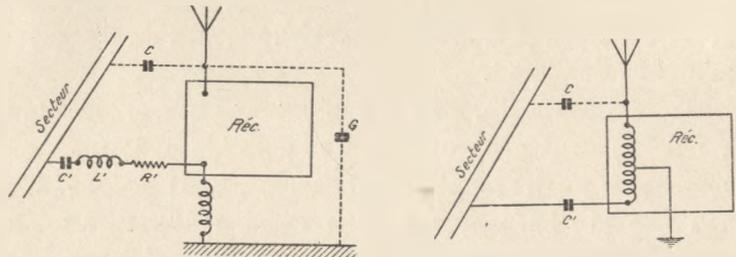


Fig. 13. — Compensation de parasite du secteur.

collecteurs d'onde, qui reçoivent *inégalement* le signal, mais *également* le parasite, serait la solution : il suffirait de les opposer pour éliminer le dernier en conservant une partie du premier. C'est le principe des montages différentiels qui ont été inventés et ré-inventés un nombre incalculable de fois.

Avec les parasites venant de loin, — les atmosphériques, — ils ne donnent guère de résultats, parce que tous les collecteurs

1. L'expérience a été faite le 21 novembre 1934 à la Société des Radio-Électriciens; un parasite prohibitif sur antenne a pu être complètement éliminé sur cadre.

d'onde reçoivent dans la même proportion les deux champs qui se présentent de manières analogues.

Au contraire, si les parasites sont surtout véhiculés par le secteur, on peut toujours imaginer une antenne qui en reçoive moins; on pourra compenser le couplage de cette antenne avec le secteur (soit une capacité  $C$ ) (fig. 13) par une capacité  $C'$  annulant l'effet des parasites, mais non celui du signal.

En fait, au lieu d'une simple capacité  $C'$ , il faudra souvent toute une branche comprenant self-induction, capacité et résistance.

Nous n'avons pas connaissance que cette méthode ait été employée en France; mais elle réussit, paraît-il, fort bien en Autriche, et Pologne. Son inconvénient est sans doute qu'elle exige, comme toutes les méthodes d'opposition, un réglage de la phase de la compensation, ce qui paraît devoir être délicat.

**Retour sur la question de mesure des parasites.** — En commençant cet exposé, j'ai indiqué le principe de la mesure des parasites par leur « effet sur un récepteur » en laissant volontairement ces termes dans le vague.

Or, nous venons de voir que des récepteurs différents peuvent se comporter très différemment sous l'effet des parasites, suivant leur construction et leur collecteur d'ondes. Il est donc vraisemblable que les mesures effectuées, sans lien entre elles, par divers expérimentateurs, chacun à sa façon, et avec son matériel, ne sont pas toujours concordantes, et certains pourraient trouver gênant un parasite que d'autres déclareraient négligeable.

Cet inconvénient, d'abord minime, est devenu plus sérieux quand il s'est agi de faire entrer dans une législation coercitive, le niveau des parasites. Pour réglementer ce niveau; pour répartir l'auditeur d'une part, le possesseur d'appareils électriques d'autre part; pour permettre la mise en construction et la vente d'appareils « garantis antiparasites », il fallait évidemment élaborer d'abord une méthode précise, indiscutable, de mesure des parasites.

C'est ce qui a été fait dans divers pays.

Je vais donc, pour terminer cet exposé, indiquer la solution légale française, en expliquer et légitimer les bases techniques. Je dirai ensuite brièvement les points de vue étrangers, leurs avantages et leurs inconvénients.

Il est bien entendu que l'on se place exclusivement au point de vue radio-diffusion. Par suite, on doit entendre par récepteur un appareil placé n'importe où et manipulé par n'importe qui; et l'on doit considérer comme effet nuisible du parasite, le bruit qu'il ajoute à l'audition normale, en particulier aux instants où l'onde porteuse est très faiblement modulée c'est-à-dire dans les passages « pianissimo ».

Il est commode de distinguer le récepteur d'une part (question radiotechnique); et, d'autre part, la manière de mesurer le bruit gênant (question électro-acoustique).

**Définition du récepteur.** — Les caractéristiques du récepteur français « de contrôle » sont fixées comme suit par les arrêtés ministériels des 31 mars et 20 avril 1934 :

1° *Sensibilité.* — La première chose à faire est de définir la sensibilité du récepteur c'est-à-dire le champ minimum dont on entend protéger la réception.

Ceci dépend du service assuré par les postes émetteurs nationaux. En France, on a admis que le réseau de radio-diffusion assurerait en tout point un champ de 1 mv/m. au moins<sup>1</sup>. C'est donc pour cette valeur de champ que la sensibilité du récepteur doit être ajustée.

Il va sans dire que la protection réalisée sur ce champ est encore meilleure pour les champs supérieurs; on a donc pu admettre pour ce cas limite, une petite gêne qui deviendra imperceptible dans les cas plus favorables.

2° *Collecteur d'ondes.* — Le choix du collecteur d'ondes est assez délicat : il faut à la fois se rapprocher des conditions normales où peut raisonnablement se placer un auditeur, et aussi permettre la mesure rapide dans tous les cas.

On ne pouvait songer à utiliser l'antenne même de l'auditeur, puisqu'elle est très variable, souvent mal installée, et que, sa hauteur effective étant inconnue, il est impossible de régler le récepteur à la sensibilité correspondant au champ de 1 mv/m, si

---

1. Ceci correspond au champ de Radio-Paris (1.648 m.) dans la région de Toulouse, ou au champ de Droitwich et de Luxembourg dans le centre de la France. — La nuit, cette valeur est dépassée par la plupart des stations européennes puissantes à ondes 200-600 m.

l'on n'a pas ce champ « sous la main », ce qui sera le cas général.

Il fallait donc un collecteur d'ondes aisément transportable, et toujours identique à lui-même. Pratiquement on avait donc le choix entre le cadre et une petite antenne fixe.

Le cadre est certainement mieux approprié à des mesures précises, parce que son étalonnage en hauteur effective est immédiat, et que son pouvoir directif permet de supprimer à volonté les réceptions. Mais les récepteurs actuels étant tous sur antenne, il a paru suranné. On a donc préféré une antenne verticale « dipôle » à deux brins de 1 mètre.

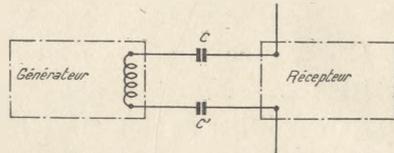


Fig. 14. — Étalonnage du récepteur de contrôle.

En raison de la faible force électromotrice recueillie par cette antenne, le récepteur doit être très sensible; et pour ne rien recevoir par ailleurs, il doit être très bien blindé et sans couplage avec le secteur.

Une difficulté se présente pour étalonner en sensibilité un récepteur pourvu d'une telle antenne : on ne peut plus, comme on le fait d'ordinaire, intercaler en série dans l'antenne un « générateur étalonné », parce que la capacité de ce générateur par rapport à la terre, est grande vis-à-vis de la capacité de l'antenne, et modifie la distribution du courant.

Nous avons tourné cette difficulté au Laboratoire National de Radio-Électricité, en attaquant symétriquement les deux bornes antenne-contrepois, par deux capacités égales  $C, C'$ , entre lesquelles agit le générateur étalonné. Une série de mesures comparatives avec un cadre a montré que si l'on donne à chacune des deux capacités la valeur 7 micromicrofarads, la force électromotrice injectée par le générateur produit le même effet qu'un champ de même valeur (par mètre) agissant sur l'antenne. C'est la base de l'étalonnage.

3° *Constitution du récepteur.* — Aucun montage n'est imposé; mais pour satisfaire aux diverses conditions, le plus simple sera de prendre un changeur de fréquence avec un étage haute fréquence.

On a seulement défini deux caractéristiques : la sélectivité globale, et l'étendue de la détection linéaire.

La sélectivité doit être comprise entre les limites suivantes :

Ecarts de fréquence en Kilocycles par seconde.	5	10	20	30
Affaiblissement en décibels.....	15 à 35	30 à 60	40 à 70	70 à 90

C'est, avec une large tolérance, la moyenne des bons postes existants.

La condition de détection linéaire est un peu plus subtile; elle a sa raison d'être dans la différence suivante entre les circonstances de l'audition réelle et celles de la mesure : l'auditeur est gêné par le parasite principalement lorsqu'il a réglé son récepteur sur une émission, et pendant les silences de cette émission; c'est-à-dire lorsque l'onde porteuse passe seule. Au contraire, pour la mesure, on emploiera un appareil réglé à la sensibilité voulue, mais en l'absence de toute onde porteuse. Le fonctionnement du détecteur ne sera donc pas le même dans l'un et l'autre cas; et le résultat pourrait être très différent si le détecteur possédait un seuil de sensibilité (la présence de l'onde porteuse pourrait alors faire ressortir des parasites inaudibles en son absence). Pour éviter cet inconvénient, on a imposé que le détecteur soit linéaire dans tout l'intervalle de niveaux du signal et du parasite (soit 26 db., comme on le verra ci-dessous).

On a d'ailleurs omis de préciser la tolérance admise à partir de la linéarité idéale, qui ne sera jamais atteinte parfaitement. Ce point sera sans doute complété plus tard.

De même, si le récepteur de contrôle comprend un dispositif de changement de fréquence, ce dernier doit avoir, dans le même intervalle, une caractéristique pratiquement linéaire.

4° *Mesure du bruit en basse fréquence.* — Après détection, la perturbation apparaît sous forme de bruit dans le haut-parleur. Le dernier problème qui se pose est d'établir une relation entre le courant électrique envoyé dans le haut-parleur, et la « sensation de bruit » troublant les auditeurs.

C'est un cas particulier du problème de la « mesure des bruits » qui préoccupe depuis longtemps les téléphonistes et qui

a reçu des solutions officielles consacrées par le Comité Consultatif International téléphonique.

Il était tout naturel de profiter de ces travaux, et l'arrêté du 20 avril 1934 a purement et simplement recopié une décision du C. C. I. F. : pour mesurer le bruit, on fait passer le courant dans un circuit « filtreur » qui simule la sensibilité de l'oreille, puis dans un milliampermètre mesurant les valeurs efficaces et ayant une constante de temps de 0,2 seconde.

Voici les constantes du circuit filtreur :

Fréquences.....	25	50	100	200	400	800	1600	3200 p/s
Affaiblissement (décibels).....	- 54	- 43	- 32	- 18	- 6	- 1	+ 1	+ 2 db
Tolérance (db).	± 6				± 3			

(On y remarque bien la baisse de sensibilité de l'oreille pour les fréquences graves.)

Cette méthode de mesure pourrait appeler divers commentaires ; en particulier, elle ne tient pas compte de la déformation produite par le haut-parleur, ni de la suppression des fréquences aiguës de la modulation par la sélection haute fréquence. Elle est également sujette à caution pour l'évaluation de chocs isolés, et nous allons y revenir dans un instant.

Mais il ne faut pas oublier que le problème de la mesure des parasites en T. S. F. comporte bien d'autres incertitudes : nous avons insisté en particulier sur l'influence du collecteur d'ondes et de la sélectivité. La transformation du « parasite haute fréquence » en « bruit » contient ainsi tellement d'arbitraire, qu'il est sans doute superflu d'épiloguer et de signoler indéfiniment sur la mesure du bruit obtenu.

5° *Limite du trouble acceptable.* — La manière de mesurer le trouble étant ainsi fixée, la dernière chose à faire est de lui assigner une limite supérieure réglementaire.

Une série d'expériences a été faite au Laboratoire National de Radio-Électricité, pour comparer l'effet d'une émission avec celui de divers parasites.

La commission a reconnu finalement qu'on pouvait qualifier de gênant sur une émission donnée, un parasite qui produit sur l'appareil de mesure une déviation supérieure au 1/20 de celle produite par le signal modulé à la fréquence 800 p/s et au taux de 30 %. Autrement dit, il y a gêne lorsque la différence de niveau entre le parasite et ce signal, est inférieure à 26 décibels<sup>1</sup>.

On a donc fixé à ce chiffre la limite autorisée.

### Solutions étrangères.

Plusieurs solutions, adoptées à l'étranger, sont inspirées des mêmes principes ; mais aucune n'est encore entrée dans tous les détails sur le récepteur. On ne peut donc comparer que les chiffres de base du champ à protéger et du maximum de trouble admissible. Les voici :

PAYS	Champ à protéger (millivolt/m.)	Evaluation du maximum de trouble	
		Fraction	d'un champ modulé au taux de
France.....	1	1/20	30 %
Angleterre.....	Gamme 200-2000 m.)	1/100	20 %
	1	(réduit ensuite à 1/33)	
Allemagne.....	10, 1, ou 0,1	1/50	
Pays-Bas.....	2	1/100	40 %
Suisse.....	1		
Norvège.....	0,2		
Autriche.....	0,1		
Canada.....	0,005		

Certaines divergences entre ces chiffres s'expliquent en remarquant qu'ils ne correspondent pas tout à fait au même problème. En particulier, pour évaluer le maximum de trouble, les autres pays sont plus exigeants que la France : mais la plupart ont reconnu exprimer là un « idéal vers lequel on doit tendre », tandis que l'évaluation française représente une exigence légale. De plus si l'on peut espérer avoir un bruit de fond inférieur au 1/100 du

1. Cette expérience a été refaite à la Société des Radio-Électriciens le 21 novembre 1934, grâce à un disque enregistré et gracieusement communiqué par la British Broadcasting Co. Je désire exprimer à cette société tous mes remerciements.

signal dans les meilleures conditions, c'est-à-dire sur des réceptions *fortes*, cela est illusoire avec des réceptions faibles comme 1 mv/m à cause des brouillages et des atmosphériques. La protection admise en France, raisonnable pour le champ d'un millivolt par mètre, se trouve d'ailleurs automatiquement excellente pour les champs deux ou trois fois plus forts.

*Solution allemande.* — Il convient de mentionner spécialement une variante complètement différente utilisée en Allemagne.

Au lieu de mesurer le champ perturbateur au récepteur, on mesure la tension parasite produite par la source sur sa ligne d'alimentation.

Cette méthode est très simple, et ne prête à aucune contestation pour les fabricants d'appareils électriques ou antiparasites.

Elle a par contre deux inconvénients : elle ne permet que mal la prévision du trouble sur les récepteurs, puisque ce trouble dépend de l'affaiblissement de la perturbation le long des lignes, lequel est mal connu. De plus, elle laisse volontairement échapper le rayonnement « direct », qui n'est peut-être pas toujours forcément négligeable.

Les Allemands ont également préconisé une variante en ce qui concerne la « mesure du bruit » ; estimant que la méthode du C. C. I., rappelée ci-dessus, est insuffisante lorsque le bruit se présente sous forme de chocs isolés, ils ont construit un appareil plus perfectionné sous le nom de « Geräuschwertzeiger ».

Il me semble que ce nouveau dispositif devrait d'abord être approuvé par le C. C. I. ; ensuite il serait facile de le généraliser.

Signalons enfin qu'une comparaison internationale de ces diverses méthodes de mesures doit avoir lieu prochainement à Berlin.

#### Conclusion : résultats de la lutte contre les parasites.

Cet exposé, pourtant incomplet, est sans doute déjà long : c'est que le problème est complexe.

Obtenir que l'aspirateur de votre voisin ne trouble pas chez vous la réception de la Tour Eiffel, c'est facile. Mais établir une réglementation générale, universelle, répartissant entre les électriciens et les radio-auditeurs une juste part des précautions à prendre,

exiger le nécessaire sans réclamer l'impossible : cela, c'est plus délicat.

Les efforts déjà faits ont abouti à des résultats intéressants, dont voici, pour terminer, une idée :

L'élimination des parasites a donné lieu à d'imposantes statistiques en divers pays : le nombre de cas examinés par an atteint 10.000 environ en Angleterre, au Canada ; plus de 100.000 en Allemagne. La proportion de parasites éliminés se révèle des plus honorables : 80 à 90 %, dont 50 à 70 à la source, le reste au récepteur.

Je souhaite que nous obtenions bientôt en France des résultats aussi bons, sinon meilleurs. On peut espérer (pourquoi pas?) une élimination de 100 %... afin que les parasites ne causent plus aux auditeurs nulle peine, même légère, et que les ondes puissent porter partout, sans la moindre peine, cette bienfaisante distraction : *la musique*, avec les vertus adoucissantes et pacificatrices qu'on lui attribue et qui sont aujourd'hui plus nécessaires que jamais.

Je désire, en terminant, remercier M. Gutton, Directeur du L. N. R., d'avoir autorisé ces démonstrations, et mes collaborateurs, MM. Parfait, Lemonnier et Bocquenet qui les ont préparées.

P. DAVID.



**BIBLIOGRAPHIE**

1. M. ADAM, *Rev. Gén. Élec.* 21 juillet 1934, 97-109.
2. ALEXANDER, *Hochfr. Techn. u. El. Ak.* 40, 3, septembre 1932, 82-87.
3. P. BAIZE *Les Parasites en T. S. F.* 1 vol. 1932.  
*Guide de l'Électricien pour l'élimination des parasites.* 1934.
4. BRUNIAUX et PETIT, *Ann. P. T. T.* 23, 3, mars 1934, p. 222-234.
5. EPPEN et MULLER *El. Nachr. Techn.* 11, 7, juillet 1934, 257-261.
6. GLAS, *Wir. Eng. and Exp. Wir.* IX, 111, décembre 1932, 680-684.
7. JAFFRAY *C. R. Ac. Sc.* 198, 25 juin 1934, 2244.
8. LARSEN *C. C. I. R.* 27 mai 1931.
9. MORRIS, *Proc. Wir. Sect. Inst. El. Eng.* 9, 25, mars 1934, 38-57.
10. MULLER, *Hochf. Techn. u. El. Ak.* 44, 2, août 1934, 60-67.
11. NEUBAUER, *Hochf. Techn. u. El. Ak.* 44, 4, octobre 1934, 109-118.
12. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 276.
13. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 277.
14. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 283.
15. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 290.
16. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Danemark, p. 367.
17. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 369.
18. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Pologne, p. 241.
19. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 236.
20. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 244.
21. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Japon, p. 391.
22. Propositions à la 3<sup>e</sup> réunion du C. C. I. R. Lisbonne; Grande-Bretagne, p. 394.
24. SCHUTTE, *Funk*, 11 mai 1934, p. 349.
25. SUBRA, *Ann. P. T. T.* 23, 3, mars 1934, 232-245.
26. VIEUMANN, *Hochfr. Techn. u. El. Ak.* 43, 3, mars 1934, 85-87.
27. *Funk*, 15 juin 1934, p. 438.

## TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION.....	5
Origine et nature des parasites.....	6
Propagation des perturbations.....	7
Évaluation des parasites.....	9
Principes généraux d'élimination des perturbations.....	10
Arrêt de la propagation directe.....	10
Arrêt de la propagation le long des fils.....	11
Revue des diverses sources de perturbation.....	14
1° <i>Interrupteurs</i> .....	14
2° <i>Moteurs</i> .....	15
3° <i>Ascenseurs</i> .....	16
4° <i>Tramways électriques</i> .....	17
5° <i>Appareils médicaux</i> .....	18
6° <i>Moteurs à explosion</i> .....	19
7° <i>Ligne à haute tension</i> .....	20
8° <i>Redresseurs à vapeur de mercure</i> .....	20
9° <i>Tubes à décharge lumineuse</i> .....	21
10° <i>Appareils télégraphiques, téléphoniques, etc.</i> .....	21
Lutte contre les perturbations au récepteur même.....	22
Retour sur la question de mesures des parasites.....	25
Définition du récepteur.....	26
Solutions étrangères.....	30
Conclusion : résultats de la lutte contre les parasites.....	31
Bibliographie.....	33

---

VIENT DE PARAÎTRE

# RADIO-ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

TOME I

## ÉTUDE DES CIRCUITS ET DE LA PROPAGATION

par

**R. MESNY**

On trouvera dans cet ouvrage l'exposé des principes nécessaires à l'étude de tous les problèmes qui se posent actuellement dans l'établissement des appareils d'émission, de réception et de mesure et dans les recherches relatives à la propagation des ondes. Ces principes y sont présentés sous une forme aussi didactique que possible, sans jamais sacrifier la clarté à la concision; ils permettent à l'étudiant d'acquérir aisément les connaissances qui lui sont nécessaires et à l'ingénieur de revenir sur quelque point de détail qu'il désire préciser.

Pour atteindre ce but, le classement des matières a été particulièrement soigné et de fréquents renvois aux paragraphes antérieurs facilitent la recherche rapide de tout ce qui a trait à une question déterminée en la ramenant à ses origines.

Aucun développement théorique ne peut conduire à des conceptions justes et utilisables s'il n'est accompagné de renseignements sur l'ordre de grandeur des éléments qui y figurent, aussi les valeurs numériques sont-elles indiquées à chaque occasion.

La lecture de cet ouvrage suppose acquises les connaissances générales d'électricité et les éléments de mathématiques aboutissant à la solution des équations différentielles linéaires; cependant, pour préciser le point de départ, le premier chapitre est consacré à un exposé concis de la théorie des équations et du calcul des quantités complexes.

Le tome I actuellement sous presse, contient l'étude des circuits, de la génération des ondes électriques et de la propagation de ces dernières.

Les tomes II et III, en préparation, seront consacrés à l'étude des émetteurs et récepteurs et à celle de l'émission et de la réception dirigées.

Un fort volume in-8. Prix : 50 fr.

— ÉTIENNE CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine, PARIS VI<sup>e</sup> —

Étienne CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine, PARIS

Dernières nouveautés

**Lucien CHRÉTIEN**

*Ingénieur E. S. E.*

## Ondes courtes et Ondes très courtes

Un volume de 240 pages, illustré de 115 figures  
Prix : 20 fr. — *Franco* : 22 fr. 50 — Étranger : 25 fr.

**A. KIRILOFF**

*Ingénieur Radio E. S. E.*

## Théorie et pratique des lampes de T. S. F.

Un volume de 116 pages, illustré de 146 figures  
Prix : 15 francs. — *Franco* : 16 francs

**B. KWALL**

## Les Bases physiques de la Télévision

Un volume de 164 pages, illustré de 124 figures  
Prix : 15 francs. — *Franco* : 16 francs

**Lucien CHRÉTIEN**

*Ingénieur E. S. E.*

## La Détection en T. S. F. Conseils pratiques et données numériques

Un volume de 128 pages, 56 schémas  
Prix : 10 francs. — *Franco* : 10 fr. 50

**R. VELLARD**

*Ingénieur E. S. E. — Licencié ès sciences*

## Le Cinéma sonore et sa technique

Un volume illustré  
Prix : 30 francs. — *Franco* : 32 francs

# Ouvrages Techniques sur la Radioélectricité

## COURS DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

(SECTION DE RADIOÉLECTRICITÉ)

R. MESNY. — Radio-électricité générale.	
I. Étude des circuits et de la propagation.	50.—
II. Étude des émetteurs et des récepteurs.	En préparation
III. Emissions et réceptions diverses.	En préparation
P. LE CORBEILLER. — Electro-acoustique. Edition 1935	15.—
H. ARMAGNAT et Léon BRILLOUIN. — Les Mesures en haute fréquence (1930)	30.—
M. BOCHET. — Les Moteurs thermiques	24.—
BETHENOD. — Les alternateurs à haute fréquence	25.—
DE BELLESCIZE. — Les atmosphériques et leur influence sur les signaux de T.S.F.	10.80
L. DRIENCOURT. — Emploi de la T.S.F. pour la détermination des longitudes et l'unification de l'heure	7.20
E. REYNAUD-BONIN. — L'acoustique téléphonique. La téléphonie. La télégraphie.	12.—
R. JOUAUST. — La télégraphie par le sol et les moyens de communication spéciaux	14.40
E. BLOCH, Maître de conférences à la Sorbonne. — Les procédés d'enregistrement des signaux de T.S.F.	7.20
A. PEROT, Professeur à l'École Polytechnique. — Phénomènes magnétiques et électriques terrestres	6.—
A. PEROT, professeur à l'École Polytechnique. — Principes d'acoustique	9.60
FRANCK (C'). — La T.S.F. et l'Aéronautique Nouvelle Edition	15.—
R. MESNY. — Usage des cadres et radiogoniométrie.	30.—
P.-M. VIEILLARD. — Les antennes de T.S.F.	10.80
P.-M. VIEILLARD. — L'Émission en ondes amorties.	10.80
L. CHRÉTIEN. — Ondes courtes et Ondes très courtes	20.—
L. CHRÉTIEN. — La Détection en T. S. F.	10.—

— Tous les Techniciens de la T. S. F. lisent —

## L'ONDE ÉLECTRIQUE

Publication officielle de la Société des Radioélectriciens

Abonnement d'un an : France 60 fr. ; Étranger 70 fr. — 80 fr.

Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS - 6°

## EXTRAIT DU CATALOGUE

HENRI POINCARÉ. — Des fondements de la Géométrie, un volume in-8 carré . . . . .	3.60
PAUL LANGEVIN. — Le principe de relativité . . . . .	5.—
E. CARVALLO. — La Théorie d'Einstein démentie par l'expérience. . . . .	6.—
LAPLACE. — Essai philosophique sur les probabilités, un volume in-16 double-couronne . . . . .	9.—
LOUIS ROUGIER. — En marge de Curie, de Carnot et d'Einstein, un volume in-16 double-couronne . . . . .	9.—
CHARLES-EUGÈNE GUYE. — L'évolution physico-chimique, un volume in-8 carré . . . . .	6.—
ETIENNE RABAUD. — Fabre et la Science  . . . . .	7.20
— L'adaptation et l'évolution, un volume in-8 carré.	18.—
AUGUSTE LUMIÈRE — Théorie colloïdale de la Biologie et de la Pathologie, un volume in-8 carré . . . . .	19.20
MARCEL BOLL. — Attardés et Précurseurs, un volume in-16 double-couronne. . . . .	9.—
Contribution à la bibliographie de la Radioélectricité . . . . .	12.—
BARRÉ. — Exposé général du principe de Relativité et des théories d'Einstein . . . . .	12.—
ANDRÉ METZ — Les nouvelles théories scientifiques et leurs adversaires : la Relativité . . . . .	12.—
SOREAU. — Nomographie ou traité des Abaques, 2 volumes	100.—
EDME TASSY. — La Philosophie constructive, un volume in-16 double-couronne . . . . .	9.—
GUSTAVE RODRIGUES. — Bergsonisme et Moralité, un vol. in-16 double-couronne . . . . .	6.—
ANDRÉ CRESSON. — L'Invérifiable, un volume in-16 dble-cour.	12.—
X. TORAU-BAYLE. — Introduction à l'histoire de la philosophie . . . . .	9.—
ROUX. — La pensée d'Auguste Comte, un volume in-8 raisin.	18.—

Ajouter **10 %** pour l'envoi franco

**Catalogue complet franco sur demande**

**Prix: 11 Frs 50**