

L'ONDE ÉLECTRIQUE

PUBLICATION
DE LA
SOCIÉTÉ DES AMIS

DE LA
T.S.F.



SOMMAIRE

A. COLMANT

Essais entre Paris et Alger
sur ondes de 180, 90 et 50 mètres.

R. DUBOIS

Mesure des taux de modulation et comparaison des
intensités de réception, au moyen d'un nouvel oscillo-
graphe électro-magnétique.

R. BUREAU

Onze mois d'observation des atmosphériques.

D^r P. CORRET

Une nouvelle formule d'essais pour les amateurs
de transmission et de réception sur ondes courtes :
Le Concours de « Trafic ».

Chronique du mois -:- Informations -:- Analyses

Étienne CHIRON, Éditeur

Personal Property
of
JOHN F. RIDER

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue mensuelle publiée par les Amis de la T. S. F.

ABONNEMENT D'UN AN
 France 30 fr.
 Étranger 35 fr.

Étienne CHIRON
 ÉDITEUR
 40, RUE DE SEINE, PARIS
 CHÈQUES POSTAUX: PARIS 53-35

PRIX
 DU NUMÉRO : 3 francs
 Tél : FLEURUS 47-49

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Adresser la correspondance administrative et technique à

M. MESNY, secrétaire général
 21, rue Jacob, Paris-6^e

Paiement des cotisations à M. ATTHALIN, trésorier

Banque de Paris et des Pays-Bas
 3, rue d'Antin, Paris-2^e
 Compte de chèques postaux n° 697-38

Les correspondants sont priés de rappeler chaque fois le numéro d'inscription porté sur leur carte.
 CHANGEMENTS D'ADRESSE Joindre 0.50 à toute demande.

COMITÉ DE PATRONAGE

MM.
 Georges LEMOINE, président de l'Académie des Sciences
 L. E. BERTIN, vice-président de l'Académie des Sciences.
 Alfred LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
 Emile PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
 Henri DESLANDRES, ancien président de l'Académie des Sciences.
 BLOT-GARNIER, président de l'Union des horlogers de France.
 Henri BOUSQUET, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.
 Gabriel CORDIER, président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.
 J. DAL PIAZ, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale Transatlantique

MM.
 S. DERVILLE, président du Syndicat des Chemins de fer de Ceinture de Paris
 Charles FERRAND, président de la Chambre syndicale des Constructeurs de Navires.
 Hubert GIRAUD, administrateur-délégué de la Société Générale de Transports Maritimes à Vapeur
 Société des Ingénieurs Coloniaux
 J. LE CESNE, président de l'Union Coloniale française
 Raynald LEGOUEZ, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.
 A. MESSIMY, ancien ministre
 Denis PÉROUSE, président du Syndicat des Armateurs de France
 J. B. POMEY, inspecteur général des Postes et Télégraphes.

LA PILE LETELLIER

110, rue Lamarck (près place Clichy), PARIS

Tél. : Marcadet 30-92



BATTERIES RECHARGEABLES

pour tension et chauffage

ET

BATTERIES « MULTIBLOCS »

pour T. S. F.

L'ONDE ELECTRIQUE

ESSAIS ENTRE PARIS ET ALGER SUR ONDES DE 180, 90 ET 50 MÈTRES

Par A. COLMANT

Ces essais commencés en mars 1924 sont encore en cours. A l'origine leur but était de rechercher si une liaison régulière, c'est-à-dire assurée et confortable, pouvait être établie d'un bout de la France à l'autre avec les 100 watts-alimentation dont dispose l'amateur français, et quelle était la longueur d'onde de 20 ou 25 mètres à 200 mètres qui utilisait le mieux cette puissance limitée.

C'est une formule qui s'oppose nettement à celle des records. Nous sommes en décembre 1923. Les belles performances que vous connaissez sont récentes. Je m'empresse de dire qu'elles font le plus grand honneur à ceux qui les ont réalisées. M. Deloy a innové l'onde de 100 mètres et a démontré sa supériorité sur celle de 200 mètres. Mais lui-même a constaté les anomalies des réceptions sur ondes courtes (*Onde Electrique* d'avril 1923). D'autre part les phénomènes d'évanouissement si gênants sur 200 à 600 mètres paraissent moindres ou nuls sur 100 mètres. Je voulais savoir par des essais méthodiques, répétés identiquement chaque jour pendant dix jours consécutifs pour chaque essai, ce que nous réservait l'étude patiente des ondes de 25 à 180 mètres. Il fallait des collaborateurs. Je les cherchais dans les environs du littoral sud. J'en trouvais beaucoup. J'essayais successivement deux séries de quatre dévoués collaborateurs qui me lâchèrent en totalité avant la fin des premiers dix jours. J'allais donc abandonner, quand j'appris que M. Lougayrou, ancien radio de l'armée, m'avait reçu à Alger. C'était loin, bien loin! Cependant j'essayais encore, et je fus récompensé au delà de toute espérance. Pendant huit mois, M. Lougayrou a tenu sans défaillance, et tient toujours. Bon technicien, excellent praticien, observateur scrupuleusement honnête, ce fut le collaborateur rêvé à qui je dois la meilleure partie de ce que nous avons appris.

Plus tard M. Cazenave, (de la Réole, Gironde) s'est révélé un observateur remarquable et un excellent technicien à qui je dois aussi beaucoup. Nous sommes donc trois maintenant, mais comme nous le verrons plus loin, il faudrait être trente au moins.

Une première période d'essai en février sur 200 mètres nous démontra l'impossibilité d'utiliser cette onde à cause des brouillages à peu près constants par les harmoniques qui paraissent s'y donner rendez-vous. C'est ainsi que nous avons été amenés à partir de l'onde de 180 mètres, le 21 mars.

Dans tous les essais, sur toutes les longueurs d'onde, les procédés de contrôle de l'énergie employée sont restés les mêmes, comme aussi le courant de haute tension et celui de chauffage. Celui-ci est l'alternatif à 53 périodes ramené à la tension de chauffage par un transformateur à prise médiane. Le même alternatif porté à la tension de 1 200 à 2 400 volts est redressé par un commutateur monté sur un moteur synchrone, puis filtré. En série un milliampèremètre de précision gradué de 0 à 250 milli donne l'intensité du courant de plaque. Aux bornes de la haute tension est branché un voltmètre à fer, d'une résistance de 200 000 ohms, très amorti, préalablement étalonné sur un voltmètre à cadre. Ce voltmètre reste en dérivation pendant l'émission : grâce à son amortissement spécial, son aiguille oscille très peu, et il suffit d'un trait peu long, tel un zéro en morse, pour qu'elle se fixe. Sa position accuse, multipliée par 15 ou 20, la tension du secteur. Si celui-ci varie pendant une émission, on est prévenu et la correction est possible par un rhéostat monté sur le primaire du transformateur haute tension. Ceci permet de maintenir à un chiffre constant, choisi d'avance, la *puissance-alimentation*. Le montage pour les longueurs d'onde de 180 mètres et 90 mètres est le montage Gutton à peine modifié. La bobine de plaque, une spirale en ruban de cuivre, est en série avec un ampèremètre thermique admettant 15 à 20 ampères (que l'on peut court-circuiter) et un condensateur variable à air de $\frac{0,5}{1\ 000}$. Le tout

constitue le circuit oscillant que l'on règle sur la longueur d'onde choisie. L'inductance de grille, également en spirale, est couplée très lâche avec celle de plaque. Au moyen d'une pince, on règle sa valeur pour obtenir dans le circuit oscillant le courant maximum. On retire le thermique, on couple l'antenne par quelques spires, et on vérifie par un circuit absorbant étalonné que le circuit antenne-terre est bien accordé sur le circuit oscillant et l'ensemble sur l'onde fixée.

L'antenne est en nappe à 23 mètres de hauteur; la descente est un prisme qui continue la nappe de 4 fils jusqu'aux appareils. Ceux-ci sont

au rez-de-chaussée. La terre est métallisée, fils enterrés sous l'antenne, grillage enterré sur lit de coke, enfin tous les grillages et grilles de clôture soudés à la prise de terre, et celle-ci à la canalisation d'eau et au chauffage central. La fondamentale de l'antenne est d'environ 200 mètres et son orientation E. O.

Disons en passant que nous avons pensé d'abord à mesurer l'énergie rayonnée au moyen d'une réception sur cadre et thermo-couple à faible distance, et nous y viendrons plus tard. Mais cela sortait un peu du programme; il eût fallu aussi un observateur de plus, et pas le premier venu, et nous avons eu tant de peine à en trouver un !

Onde de 180 mètres. — Nous avons commencé les essais de nuit, avec 100 watts-alimentation, le 21 mars. L'émission est reçue à Alger en haut-parleur très fort. Le casque posé sur la table, la lecture est facile à 8 mètres de distance. Il n'y a pas trace d'évanouissement. Le 30 mars, il n'y a aucun changement et j'ai reçu de Nantes, de Toulon, d'Angleterre, de Mayence, des lettres qui donnent les mêmes renseignements. Le 30 mars, je me règle sur 65 watts. Alger me télégraphie. « Résultat identique » Les 1^{er}, 2, 3, 4 et 5 avril, même résultat, et jamais la moindre trace d'évanouissement. Alger me dit de descendre à 50 watts, ce qui est fait, et j'y reste jusqu'au 7, date à laquelle, sur la demande d'Alger, je fais un essai de descente progressive de 70 watts à 50, à 38 et enfin 25 watts. Le procès-verbal d'Alger dit « de 70 à 38 watts, réception très forte en haut-parleur, 25 watts encore bien lisible » et le texte m'en apporte la preuve.

Dès le 30 mars, étonné qu'aucun évanouissement ne me soit signalé sur cette onde, j'en fabrique moi-même (sur 3 mots repérés sur mon carnet) en maniant doucement le rhéostat qui commande la haute tension pendant que je continue innocemment à manipuler. Le procès-verbal du 30 mars les souligne, en signalant l'évanouissement. Donc mon collaborateur est tout à fait honnête, cela me remplit de joie et de confiance.

Devant ces résultats encourageants un essai de jour a été tenté le 8 avril avec 225 watts.

Le résultat est nul.

Du 7 au 13 avril, les résultats se répètent identiques à eux-mêmes. De nuit avec 50 watts le texte est pris sans une seule faute, quoique transmis aussi vite que possible, la lecture est confortable en haut-parleur à 12 mètres. Les essais de jour, même avec 250 watts, donnent des résultats nuls.

Donc on peut conclure que, à cette époque, mars-avril, on va facilement et régulièrement à Alger de nuit avec 50 watts sur 180 mètres

et qu'il n'y a jamais d'évanouissement. Au contraire, de jour on n'y va jamais, même avec 250 watts.

Essais sur l'onde de 90 mètres -- L'antenne est encore accordée

Commencé le 20 avril avec 100 watts, l'essai donne immédiatement de bons résultats.

Intensité encore supérieure à celle obtenue sur l'onde de 180 mètres. Les résultats sont absolument constants, et le 2 mai je descends à 75 watts, et le 5 mai à 30 watts, puis à 20 watts. Malgré parasites et orages pas un mot des textes envoyés n'est perdu. Avec 30 watts on lit en haut-parleur dans les quatre pièces de l'appartement.

Les essais de jour, répétés cinq fois avec 380 watts, donnent des résultats nuls.

Le 14 mai et jusqu'au 21, je passe les textes avec 15 watts. La réception est excellente à 3 mètres du haut-parleur. Les textes pris sont retournés sans une seule faute.

Après quatre jours d'interruption, les essais sont repris le 25 à 3 heures du matin : un texte est émis pendant cinq minutes, toutes les quinze minutes, jusqu'à 7 heures, puissance 180 watts. Le procès-verbal dit : « de 3 à 4 heures, réception excellente insupportable au casque ; de 4 à 5 heures, affaiblissement progressif, à 5 h 45, disparition des signaux ».

Or le soleil s'est levé ici à 4 h. 30, à 5 heures il fait tout à fait jour dans le poste, et à 5 h 45, il faisait jour aussi à Alger, et plus rien n'y arrivait.

Les mêmes essais de jour et de nuit répétés jusqu'au 29 mai inclus, donnent des résultats identiques.

Une écoute de F. L. à Alger pendant dix jours donne les résultats ci-dessous. $\lambda = 115$ mètres

à 23 heures, réception formidable haut-parleur à 20 mètres

à 4 heures, réception très inférieure haut-parleur à 5 mètres

à 14 h. 30, réception très faible, un seul jour le météo a pu être pris en entier

L'antenne d'Alger est composée de 3 fils de 20 mètres en nappe à 18 mètres de hauteur. Direction S. N. Réception sur 1 détectrice à réaction + 2 B. F.

Du 15 au 30 juin (période la plus mauvaise au point de vue radio), la réception est assurée par 40 à 45 watts et souvent 30 watts. Mais avec 15 watts elle est le plus souvent incertaine.

En somme, l'onde de 90 mètres permet une excellente communication de nuit avec 40 watts d'une façon absolument régulière et certaine.

Quant à l'évanouissement, si on excepte « 20 secondes de disparition brusque des signaux », disparition due presque certainement à toute autre cause que celles qui peuvent produire l'évanouissement, on n'a jamais pu en constater la moindre trace.

Jusqu'ici aucune communication de jour n'a pu être obtenue.

On peut dire que tout cela est normal. Les règles admises sur la propagation des ondes se confirment.

Onde de 50 mètres. — L'antenne est restée la même. Elle n'est plus accordable sur l'onde de 50 mètres, mais elle est réglée de façon à vibrer en harmonique. Car, et c'est le seul point en ce qui concerne l'onde de 50 mètres sur lequel je suis à peu près fixé toutes mes expériences concordant, si l'antenne est accordée sur un harmonique supérieur l'ampèremètre d'antenne marque un chiffre beaucoup plus élevé et, renseignement autrement précieux, l'observateur accuse, s'il est un peu loin, une intensité de réception très nettement supérieure. L'émetteur est maintenant du type Mesny, utilisant 2 ou 4 lampes E4. La bobine des grilles en fil 10/10, à spires espacées est enroulée sur un tube d'ébonite de 80 mm de diamètre; par dessus se trouve un isolement très soigné en papier abondamment paraffiné sur lequel est établie la bobine des plaques en fil de 35/10 aux bornes de laquelle sont connectés en série un condensateur et un thermique. Le couplage est donc très serré et doit l'être. Même nombre de spires aux deux bobines. Pas de condensateur aux bornes de la bobine de grille. Dans le fil commun des grilles un condensateur de $\frac{4}{1000}$ shunté par une résistance de 12000 ohms environ.

Avec cet appareil qui tient dans 35 centimètres carrés, on peut avec quatre lampes E4 débiter 240 millimètres sous 1800 volts soit 430 watts sur l'onde de 50 mètres, les lampes étant chauffées à 5 volts 2.

Le 29 juillet, l'émission faite avec 100 watts est reçue à Alger, mais « avec des trous ». Le 30 et le 31, même résultat : cependant que d'Angleterre et d'Italie sans compter la France, des cartes me disent : « Émission très puissante et bien stable ».

Le 1^{er} août la réception est confortable à Alger, mais le 2 *rien n'y arrive*.

Le 3, au contraire, réception à 10 mètres du HP Pathé « mais cependant quelques trous » très courts. Un essai de jour avec 380 watts ne donne aucun résultat. À la même date, mais de nuit, l'émission avec 100 watts est reçue *très fort* à Alger, à Casablanca, à Rochefort, dans cette dernière localité sans antenne ni terre.

À Alger, les procès-verbaux des jours suivants indiquent une réception très forte insupportable au casque avec 100 watts, bonne avec 40 watts *certaines jours*. Certains autres jours, « l'émission est très mauvaise : il y a des affaiblissements auxquels on pare par la manœuvre du condensateur?... » Trois jours de suite des essais *de jour* sont faits sans obtenir aucun résultat bien que la puissance soit portée à plus de 400 watts.

C'est à ce moment que j'entrais en relation avec M. Cazenave (la Réole); grâce à son dévouement, je pus organiser des écoutes simultanées qui ont conduit à des résultats inattendus.

À cette époque, à Lorient, l'émission faite de nuit avec 80 watts était reçue R₉ aussi bien sur antenne intérieure que sur antenne extérieures et R₆ sans antenne ni terre, sur 1 HF + 1 D. En Rhénanie R₉ avec une note très stable. À la Réole la réception est un *peu* meilleure de jour que de nuit.

Donc, *pour aout*, on peut dresser pour l'ensemble le tableau ci-dessous :

ÉMISSIONS	ALGER	LA RÉOLE	DIVERS France et Angleterre
De nuit Puissance 90 à 100 w	Variable d'un jour à l'autre de R ₉ à R ₅ variable, certains jours, pendant une même émission	R ₈ à R ₉ note très stable pure et régulière	R ₉ R ₈ très stable et pure
De jour 90 à 100 w	Rien (même en employant 350 w)	R ₈ à R ₉ note très stable pure et régulière peut être encore meilleure que de nuit	R ₈ R ₉ R ₇ stable et pure

Mais, le 2 septembre, Alger signale des réceptions, de nuit bien entendu, moins bonnes, tandis que la Réole reçoit comme en août. Le mois de septembre, celui d'octobre et celui de novembre jusqu'au 15 fournissent des séries d'essais absolument incohérents.

Les réceptions de nuit à Alger sont irrégulières en intensité et celles de la Réole sont également moins bonnes et moins régulières. Il y a même, certains jours, absence totale de réception à la Réole. La puissance est toujours de 90 watts.

Les réceptions de jour avec la même puissance restent bonnes à la Réole. Alger n'écoute pas le jour et aucun essai à grande puissance n'est fait. Du 15 au 30 novembre interruption des essais.

Quand le 30 novembre j'ai pu reprendre les expériences, il semble

bien qu'un nouveau régime de propagation des ondes s'est établi, car voici ce qu'on trouve :

PUISSANCE A L'EMISSION 125 WATTS				
DATES	EMISSION DE NUIT		EMISSION DE JOUR	
	Alger	La Réole	Alger	La Réole
Nov. 30	Reception excellente	R4 reçoit difficile variations brusques d'intensité et de longueur d'onde	N'écoute pas	R9 très stable très pure
Déc. 1	—	Rien reçu	—	R8 R9 très stable très pure
— 2	—	Reçoit Nauen en téléphonie 45 m	—	—
— 3	—	Rien reçu.	—	—
— 4	—	Rien reçu	Prévenu Alger prend l'écoute	—
— 5	—	Excellente réception R8 au cours d'un orage	Excellente réception très confortable	—
— 6	—	Très pénible, quelques mots R3	—	—
— 7	—	Rien reçu	—	—
— 8	—	Rien reçu	—	—
9, 10, 11, 12	—	Rien reçu	—	—

Ainsi dès qu'il prend l'écoute de jour et jusqu'au 12 (et depuis à plusieurs reprises) Alger qui n'avait jamais reçu de jour une émission, même avec 380 watts, reçoit *très confortablement et très régulièrement de jour comme de nuit* une émission faite avec 125 watts. Mais la Réole qui reçoit toujours très bien de jour, ne reçoit plus la nuit, *si ce n'est un jour d'orage*, qui procure une réception excellente, et très faible le lendemain. Après comme avant cette perturbation, il ne reçoit pas notre émission sur 50 mètres, mais il reçoit Nauen en téléphone R8 sur 45 mètres et un poste militaire, non identifié, sur 50 mètres. On peut rapprocher ces faits de ceux signalés par M. Mesny à la réunion du mois de novembre des Amis de la T. S. F. *Onde Electrique*, n° 36, page 610. « Alors qu'au mois de juin des expériences entre Paris et l'escadre de la Méditerranée indiquaient une meilleure propagation de nuit que de jour, des expériences récentes tentées plusieurs fois ont donné des résultats contraires. »

Depuis cette communication, un câble reçu à Paris nous a appris que nos émissions ainsi que celles d'un Anglais et probablement d'un

Finlandais sont reçues *régulièrement* par le poste Radio de Hanoi, et par un amateur du Tonkin. Il s'agit très probablement des émissions sur 50 mètres avec 125 watts. Est-ce de jour? Est-ce de nuit? Ou bien de jour comme de nuit? Nous ne le savons pas encore, et les expériences vont continuer.

Devant ce chaos apparent, mais qui n'est probablement pas réel, il y a lieu de se demander si les anomalies apparentes dans la propagation des *ondes courtes* ne vont pas aider à connaître les lois de la propagation des *ondes* tout court. Les lois qui régissent la propagation des petites ondes sont les mêmes que celles qui président à la propagation des grandes ondes, car il n'y a pas de petites ni de grandes ondes; il y a seulement des ondes hertziennes. Sur le mode de propagation de celles-ci on commence à faire quelques hypothèses très plausibles. Il est extrêmement probable que l'onde utilise au moins deux modes (et probablement trois modes) de propagation sur lesquels nous ne nous étendrons pas ici car ils sont connus. Dans quelle proportion ces deux ou trois milieux sont-ils utilisés par les ondes? Cette proportion n'est très probablement pas la même pour les ondes de longueurs différentes.

Nous savions que les ondes se propagent mieux en général la nuit que le jour. C'est à peu près certain pour l'onde de 20 000 mètres. C'est tout à fait certain pour celle de 100 mètres. Il est à peu près certain que c'est vrai pour celle de 10 mètres. Mais nous le voyons mal pour l'onde de 20 000 : nous le voyons très bien pour celle de 100 mètres, et pour celle de 50 mètres nous croyons voir le contraire. Et cela veut dire tout simplement que des phénomènes secondaires, les uns bien connus (l'absorption), d'autres encore inconnus viennent masquer la loi, ou les lois générales de propagation au point de renverser les apparences, mais celles-là seulement. Il semble pour l'instant que la Météorologie qui elle aussi est toute jeune, aura beaucoup de points communs avec la « Radiologie » ? qui est à peine née.

Il semble aussi que les ondes à fréquence très élevée sont plus sensibles que les autres aux perturbations secondaires dont nous ignorons presque tout. On peut penser que l'étude de ces ondes sensibles permettra de trouver ces causes perturbatrices. Or le jour où l'on connaît les causes perturbatrices d'une loi inconnue, on est bien près de connaître cette loi elle-même.

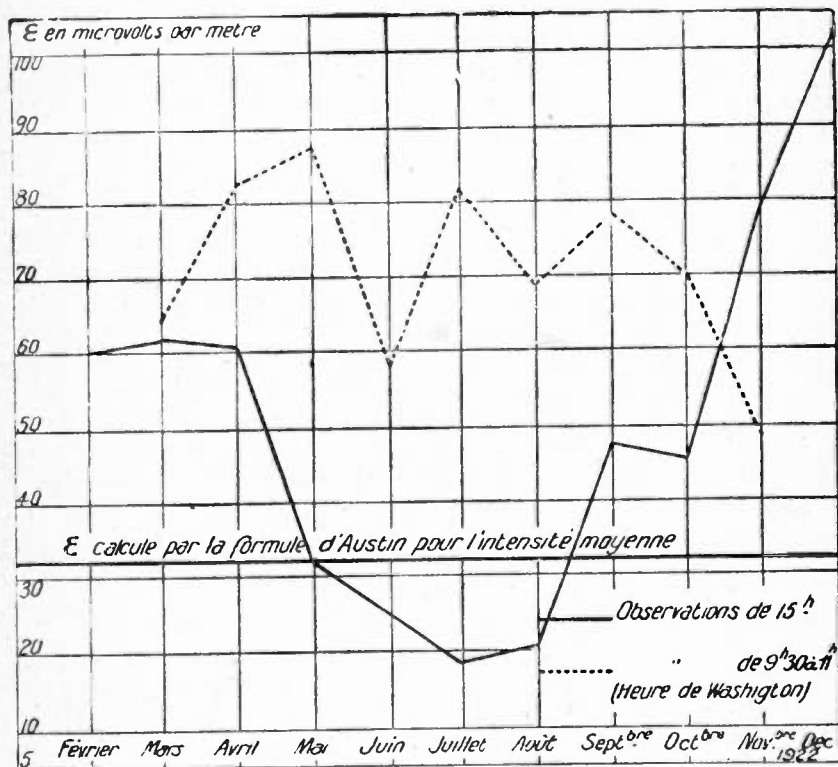
L'influence de la saison qui s'est révélée si nettement cette année sur les ondes de 50 mètres n'est pas nouvelle.

Sur les ondes de 20 000 mètres, elle se manifeste sous une forme

moins impérative mais aussi nette. Les variations du champ électromagnétique relevées à Meudon et à Washington sont éloquentes.

L'Onde Electrique a publié dans son numéro 9 une étude de M. Mesny à laquelle on aura grand avantage à se reporter.

Enfin le diagramme des moyennes mensuelles de la force électromotrice produite à Washington par la station de Bordeaux, pendant l'année 1922, que nous reproduisons ci-dessous, sera la conclusion très suggestive de ce compte rendu.



A. COUMANT (8 AG.).

MESURE DES TAUX DE MODULATION ET COMPARAISON DES INTENSITÉS DE RÉCEPTION, AU MOYEN D'UN NOUVEL OSCILLOGRAPHE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE,¹

Par M. Raymond DUBOIS

Ingénieur E. P. C. I.

Collaborateur au Laboratoire du Centre d'Etudes de la Marine à Toulon.

SOMMAIRE — **Généralités**: Définition du taux de modulation. Son influence sur la portée. — **Méthodes de mesure du taux de modulation**: 1° Emploi des oscillographes cathodiques. 2° Emploi des oscillographes à équipement matériel. — **Montage de réception permettant la mesure des taux de modulation**: 1° Amplification haute fréquence. 2° Détection. 3° Amplification basse fréquence. — **Oscillographe permettant l'enregistrement direct des courants-plaques de l'amplificateur basse fréquence**: 1° Description et qualités spéciales. 2° Montage d'enregistrement photographique et d'observation directe. — **Résultats obtenus**: **Oscillogrammes de divers postes**: Interprétation des résultats. — **Mesure des intensités de réception**: Application à l'étude du fading effect.

Généralités.

Définition du taux de modulation. Son influence sur la portée — Certains postes de I. S. F. ont absolument besoin de pouvoir être reçus par un grand nombre de récepteurs ne sachant pas à l'avance l'heure ni la longueur d'onde exacte de transmission. C'est par exemple le cas des postes marins qui doivent pouvoir être reçus sur simple galène dans les appels de détresse, afin d'avoir plus de chances d'être perçus par les navires rapprochés. Les appels sur ondes entretenues ne peuvent être entendus qu'au prix d'une veille difficile (sauf pour les postes autodynes) puisqu'il faut réaliser simultanément l'accord de la réception et de l'hétérodyne sur chaque longueur d'onde explorée.

Les anciens postes à étincelles avaient l'avantage d'être directement audibles sur galène (c'est-à-dire après détection sans interférences locales avec une hétérodyne). Leurs inconvénients sont malheureusement si grands qu'on ne peut douter de leur prochaine disparition. Ils devaient cette qualité au fait que leurs signaux possédaient une structure périodique de fréquence audible se retrouvant naturellement dans le courant détecté, capable par suite d'actionner la membrane d'un téléphone. Il est possible de conférer cette structure périodique

aux émissions entretenues en faisant varier leur amplitude à une ou plusieurs fréquences audibles.

La radiotéléphonie consiste précisément à imposer à l'amplitude d'une onde entretenue (appelée onde porteuse) la même loi de variation que celle du courant à travers un microphone. L'onde porteuse est dite modulée, et l'on appelle taux de modulation le rapport de la variation d'amplitude de l'onde porteuse, à la grandeur de cette amplitude lorsqu'elle est maximum.

Certains postes de marine font des émissions entretenues modulées à fréquence pure presque sinusoidale, qu'on reconnaît aisément des postes à étincelles par la pureté de la note et l'acuité des résonances. Ces postes reçus, sans hétérodyne, ont une portée qui dépend non seulement de l'énergie rayonnée par l'antenne mais aussi du taux de modulation, puisque ce n'est en définitive que les variations du courant détecté qui sont perceptibles. Il est évident qu'il y a intérêt à moduler totalement l'onde porteuse, c'est à dire à donner aux variations d'amplitude leur valeur maximum qui est évidemment l'amplitude elle-même.

La connaissance du taux de modulation d'un tel poste est donc un renseignement aussi important que la mesure de l'intensité dans l'antenne. L'expérience a montré qu'il était totalement illusoire de se contenter d'un contrôle auditif de la modulation, ceci ne renseigne en effet que sur la pureté de la modulation mais ne donne aucune idée du taux de modulation.

Dans le but de mesurer cette grandeur, nous avons étudié une méthode permettant d'observer et d'enregistrer les courants résultant d'une réception spécialement adaptée à ce but.

Méthodes de mesure des taux de modulation

Le procédé le plus direct pour atteindre le taux de modulation consiste à utiliser un oscillographe cathodique, en lui faisant enregistrer le courant dans l'antenne en fonction du temps. Comme il est difficile de donner, à ces vitesses, un mouvement de translation uniforme au tracé, le plus simple est d'animer le faisceau d'électrons d'un mouvement de balayage périodique qui sera avantageusement à la fréquence de modulation.

Cette méthode est assez facile à mettre en œuvre à l'émission, où l'on dispose de courants intenses. Elle nécessite cependant une installation très coûteuse et d'un emploi délicat. Elle ne peut convenir pour le contrôle de postes un peu éloignés par manque de sensibilité des oscillographes.

Un procédé utilisant des oscillographes moins rapides mais plus sensibles a pu être mis au point en remarquant que la mesure des taux de modulation ne faisait intervenir que la courbe enveloppe des oscillations de haute fréquence. Or le courant détecté donne une idée de cette courbe enveloppe : il y aurait même similitude si la détection était linéaire, c'est-à-dire si les courants détectés étaient proportionnels aux amplitudes de haute fréquence.

Une étude fut entreprise dans le but de préciser, dans le procédé actuel de détection, la nature de la relation liant le courant détecté à l'amplitude de haute fréquence. Cette étude a été décrite dans *L'Onde Électrique*, n° 30 et 31 (1924), je ne rappellerai qu'un résultat directement utilisable pour la mesure des taux de modulation.

Le mode de détection qui s'est montré le plus avantageux est celui

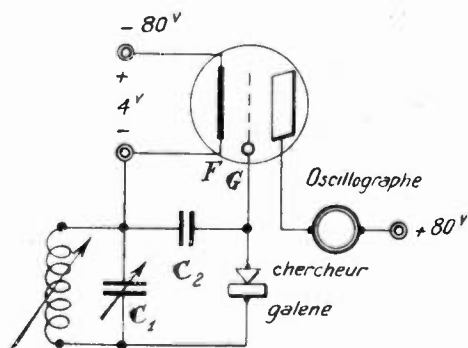


Fig. 1.

que j'avais désigné, pour simplifier l'exposé, sous le nom de galène-lampe.

Le montage consiste à monter l'espace filament grille d'une lampe en dérivation sur les bornes d'une capacité relativement grande, elle-même en série avec une galène montée comme à l'habitude en dérivation sur le circuit oscillant (fig. 1). Le condensateur C_2 a pour but de shunter la lampe pour les oscillations de haute fréquence, pour lesquelles son impédance est très faible, tandis qu'elle est considérable pour les fréquences de quelques milliers.

La grille de la lampe étant reliée au chercheur de la galène, tandis que le filament se trouve relié au cristal par la self du circuit oscillant, la différence de potentiel entre ces deux points, qui sera amplifiée par la lampe, sera la tension développée entre le chercheur et le cristal par le passage du courant de haute fréquence. Il est important de

remarquer que, dans ce montage, cette tension ne débite aucun courant appréciable à cause de la grande impédance de la lampe et du condensateur C2 pour les basses fréquences.

L'expérience montre que le fait d'utiliser la tension basse-fréquence résultant de la détection par la galène, sans lui faire débiter de courant appréciable, donne une courbe caractéristique de la détection beaucoup plus voisine de la ligne droite que lorsqu'on laisse cette tension débiter dans un circuit relativement peu résistant comme

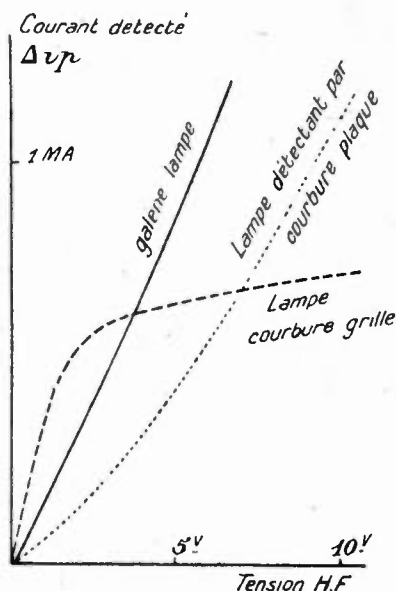


Fig. 2

celui d'un téléphone. La figure 2 montre les caractéristiques de différents procédés de détection : les ordonnées représentent la variation du courant-plaque en fonction de la tension efficace HF appliquée portée en abscisses. Il est visible que le procédé de détection le plus indiqué pour les mesures de taux de modulation est celui qui utilise la galène-lampe puisqu'il est assez linéaire, pour les tensions donnant des courants enregistrables, pour rendre inutile l'emploi d'une courbe d'étalonnage.

L'expérience a montré que la valeur d'un point de galène restait constante pendant plusieurs mois lorsqu'on prenait la précaution de monter le support de galène à l'abri des vibrations et qu'on évitait de laisser des courants HF intenses traverser la galène. De plus

L'emploi d'un support « excentro » permet de trouver aisément les meilleurs points du cristal et il se trouve que leur sensibilité est bien définie, de telle sorte qu'il existe un très grand nombre de positions équivalentes du chercheur

Montage de réception, permettant la mesure correcte des taux de modulation

La réception destinée aux mesures ne peut être d'un type quelconque : il est indispensable qu'il y ait proportionnalité des tensions HF appliquées au détecteur, aux forces électro-motrices induites dans

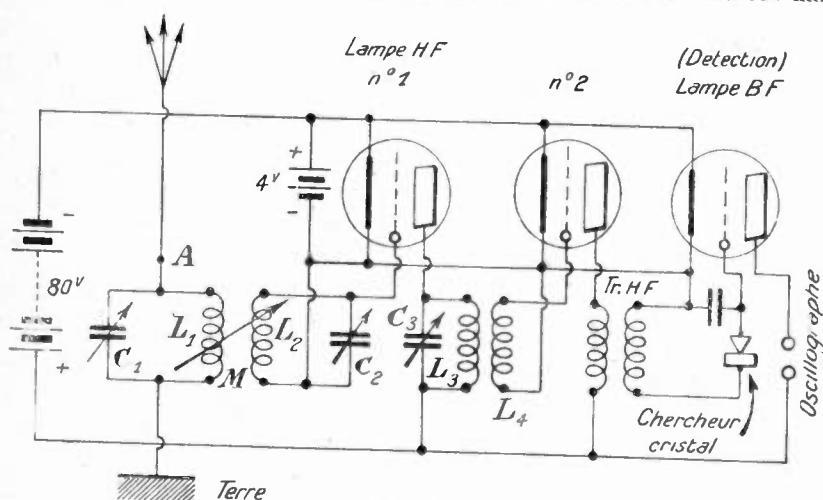


Fig. 5.

l'antenne par le signal. Cette condition élimine l'emploi de réactions très poussées, et d'une manière générale de tout artifice déformant les signaux.

Il faut également proscrire toute liaison par capacité entre une plaque et la grille de la lampe suivante : en effet une lampe dont la grille est connectée au chauffage par une résistance de fuite, inévitable lorsqu'une liaison par capacité existe avec la lampe précédente, détecte toujours les oscillations. Il en résulte un courant basse fréquence qui, malgré l'importante atténuation qu'il subit dans sa transmission au détecteur, perturbe les résultats donnés par la détection normale (Voir *Onde Electrique*, n° 31, pages 359 et 360, figure 21 et oscillogramme 4).

Le montage de la figure 3 est celui qui a permis d'obtenir les oscil-

logrammes présentés plus loin. Il comporte une réception qui peut être en Oudin ou en Tesla, puis une amplification haute fréquence destinée à augmenter l'intensité des courants de HF de manière à atteindre la grandeur pour laquelle la détection par galène-lampe est linéaire (celle-ci est parabolique pour les très petits courants).

L'amplificateur HF se compose de deux lampes : la première est à circuit d'anode accordé avec couplage par induction pour agir sur la grille de l'étage suivant. Lorsqu'on utilise le montage Tesla, il y a donc trois résonances, ce qui est utile pour bien séparer le poste étudié des brouilleurs possibles. Il est bon d'utiliser des selfs assez résistantes (fil fin) afin de n'avoir pas de résonances trop peu amorties, ce qui donne des valeurs trop grandes à la constante de temps : à ce point de vue il faut éviter l'emploi de la réaction qui, en diminuant beaucoup les amortissements, allonge notablement les phénomènes et atténue les taux de modulation lorsque la fréquence de la modulation est élevée.

Le circuit-plaque de la seconde lampe alimente un transformateur HF dont le secondaire est fermé sur la galène par l'intermédiaire d'une capacité aux bornes de laquelle est montée la lampe, fonctionnant en basse fréquence, alimentant l'oscillographe (détection galène-lampe).

D'après l'intensité de réception du poste étudié, on utilise tout ou partie de l'amplification. Des commutateurs non représentés permettent de se passer de l'une ou des deux lampes HF. À l'aide des couplages variables, on peut amener la déviation de l'oscillographe à la grandeur la plus commode pour l'observation.

Pour les postes très éloignés, il faut parfois une troisième lampe HF. sa présence nécessite les plus grandes précautions pour éviter les accrochages haute fréquence : en particulier, il est commode de faire le montage sur table et non en boîte, afin d'éviter d'avoir des organes trop rapprochés. On peut compléter l'amplification par une amplification du courant détecté. Il faut alors conserver la composante continue provenant de la détection de l'onde porteuse et le coefficient d'amplification doit être constant à toutes fréquences jusqu'à 3 000 ou 4 000 périodes au minimum. La figure 4 représente l'amplificateur à contre-batteries de liaison qui remplit ces conditions. C'est un type d'amplificateur qui est utilisé pour les courants télégraphiques, car il peut servir en courant continu. Il dérive de l'amplificateur à résistances, mais chaque plaque est reliée à la lampe suivante non par une capacité, qui arrêterait les courants continus, mais par une batterie d'accumulateurs ou de piles dont le rôle est de retrancher de la tension instantanée de

plaque une quantité constante telle que la grille reste toujours un peu négative. Les variations sont naturellement transmises sans qu'aucune constante de temps intervienne pour limiter le domaine des fréquences amplifiables. Les capacités parasites des batteries par rapport au sol et entre elles empêchent seules ce genre de montage de convenir pour la haute fréquence. Nous avons pu vérifier que, pour un amplificateur à trois étages conforme au schéma de la figure 4, monté sur isolateurs de porcelaine ainsi que toutes ses batteries, l'amplification est de 200 environ (en volts) et reste indépendante de la fréquence pour tout le domaine accessible à l'oscillographe, c'est-à-dire jusqu'à 4 000 périodes.

Le réglage de cet amplificateur est très simple : il consiste à donner aux grilles un potentiel tel que le courant plaque ne varie que dans

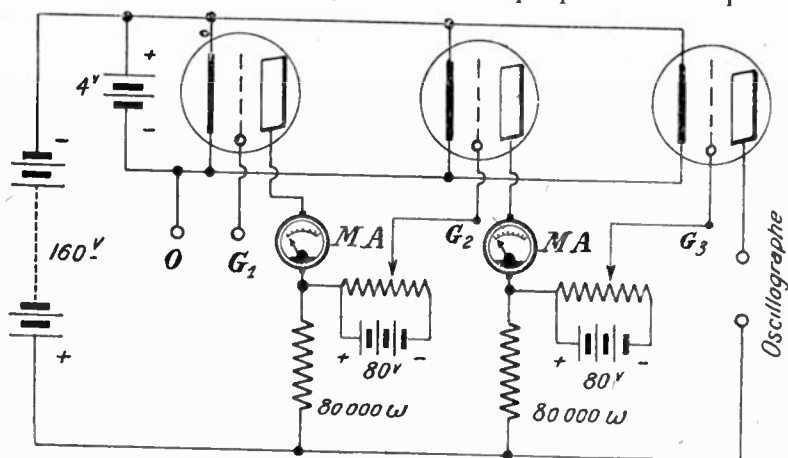


Fig 4

une région rectiligne de la caractéristique statique, c'est-à-dire au voisinage du point d'inflexion. Pour qu'avec une tension-grille un peu négative on puisse atteindre le point d'inflexion des caractéristiques plaques, il est nécessaire d'utiliser au moins 160 volts de tension plaque. Ceci entraîne l'emploi de contre-batteries de 80 volts qu'on monte sur une résistance potentiométrique afin d'avoir un réglage facile du potentiel des grilles.

Des milliampèremètres permettent de régler chaque lampe pour cela on commence par la lampe qui réalise la première amplification : avec 160 volts et 80 000 ohms, le courant maximum est 2 milliampères, le milieu de la région rectiligne se trouve donc au voisinage de 1 milliampère.

Cette condition est réalisée automatiquement si la première grille a un potentiel très légèrement négatif, ce qui est le cas lorsqu'on utilise cette lampe aux bornes de la capacité du montage galène-lampe.

En agissant sur le premier potentiomètre, reliant cette lampe à la suivante, on amène le courant plaque de la deuxième lampe à être 1 milliampère, on règle alors le deuxième potentiomètre pour que le dernier courant plaque varie entre des limites comprises entre 2 et 6 milliampères (le courant de saturation sous quatre volts étant de 10 ma.).

Naturellement, l'emploi de l'amplification basse fréquence nécessite un étalonnage du montage détecteur dans les mêmes conditions. car les intensités dans la galène ne sont généralement plus suffisantes pour que la loi soit linéaire. La concavité est d'ailleurs assez faible. Cet étalonnage se fait avec une hétérodyne qui engendre un courant de même fréquence que celle du poste à étudier, courant que l'on mesure avec un thermo-couple très sensible dans le circuit oscillant alimentant le détecteur (*Onde Électrique*, n° 30, page 289).

Les courants détectés obtenus directement, ou amplifiés comme nous venons de le dire, sont maintenant enregistrés photographiquement ou observés sur verre dépoli, au moyen d'un oscillographe dont le spot dévie proportionnellement à l'intensité instantanée du courant.

Oscillographe permettant l'enregistrement direct de courants-plaques.

Remarquons immédiatement que la nécessité d'enregistrer un courant ondulé, dont la composante continue est de première importance pour la mesure que nous nous proposons de faire, interdit l'emploi d'un transformateur de sortie. Ceci ne permet pas d'utiliser les oscillographes à bifilaire, car leur sensibilité est de l'ordre du milliampère par millimètre de déviation du spot sur l'écran pour les appareils les plus sensibles (Blondel, Duddell, etc.). Leur résistance est faible, leur self également, mais il n'y a aucun moyen de les augmenter, le bifilaire étant un cadre d'une seule spire obligatoirement.

J'ai pu, en utilisant les propriétés ferro-magnétiques de certains alliages, établir un oscillographe spécialement adapté à l'étude des courants de lampes de réception. Sa résistance est grande (1 000 ohms) ainsi que sa self (1 henry), mais ceci n'a aucun inconvénient pour ce genre d'applications, et sa sensibilité vingt fois plus grande que celle des oscillographes à bifilaires, lui permet d'enregistrer avec des amplitudes très lisibles les variations normales des courants-plaque.

Cet oscillographe (Brevet français n° 569.771) se compose d'un équipage oscillant constitué par une palette de tôle au silicium pouvant tourner autour d'un axe transversal situé dans son plan. Dans sa position d'équilibre, elle est normale aux lignes de force d'un champ permanent. Une bobine de fil fin, comportant un très grand nombre de spires, aimante la palette sous l'action du courant à étudier. Le circuit magnétique est tel que les inductions développées par le courant variable lui soient proportionnelles; comme la palette peut obéir au couple moteur en déformant des organes élastiques, il en résulte la proportionnalité des elongations aux intensités instantanées.

Les forces élastiques sont telles que la palette oscille à la fréquence propre de 2000 à 3000 (suivant le type d'appareil) lorsqu'on lui imprime un choc. On rend son mouvement apériodique au moyen d'un bain d'huile qui introduit les forces d'amortissement nécessaires.

Le miroir, qui réfléchit le faisceau lumineux servant à l'enregistrement, n'est pas fixé sur la palette dont l'amplitude reste toujours très faible (de l'ordre de quelques minutes d'angle) : il est fixé sur un axe mis en rotation par un ruban d'acier qui l'entoure et dont l'extrémité est attachée à celle de la palette. Le rayon de l'axe étant très petit (0,5 mm), il en résulte une multiplication considérable de l'angle d'oscillation. L'emploi d'un miroir d'un mètre de rayon de courbure, qui permet d'obtenir une image réelle d'un trou éclairé par un arc, à un mètre du miroir en plaçant la source à la même distance, donne un déplacement du spot sur l'écran de 4 mm par micron de déplacement de l'extrémité de la palette. Cet artifice, grâce aux forces considérables qui agissent sur la palette, permet d'obtenir la grande sensibilité indiquée, bien que les organes mobiles soient colossalement plus grands que ceux des oscillographes courants. En particulier, le miroir rectangulaire a 3 mm $\times$ 10 mm, ce qui représente une surface trente fois plus grande que celle des miroirs d'appareils à bifilaire : cela rend l'observation plus facile, le spot étant très lumineux. de plus les images sont meilleures et il est possible d'enregistrer directement sur papier sensible, aux fréquences atteignant 3000, avec un miroir de 2 mètres de rayon, ce qui double la sensibilité, par rapport au miroir d'un mètre. Dans ces conditions, il est possible d'apprécier les variations des courants-plaque à 10 microampères près sur les bandes d'enregistrement.

Le montage permettant la photographie est très simple : la source lumineuse est un trou d'aiguille dans une feuille d'aluminium interposée entre le cratère d'un arc et le miroir de l'oscillographe.

Ce miroir étant concave donne une image réelle qu'on fait tomber,

par une fenêtre munie d'un obturateur, sur la bande de papier fixée sur un grand cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal. Un autre miroir fixé sur une branche de diapason, ou périodiquement occulté par un prolongement de celle-ci, inscrit le temps sur la bande.

Le papier utilisé est le papier négatif « Lumière », spécial pour enregistreurs, qui a la même sensibilité que les plaques ordinaires (bleues)

La vitesse de passage du papier devant la fenêtre peut atteindre 3 mètres par seconde et la vitesse instantanée du spot peut atteindre 120 mètres par seconde sans que le tracé cesse d'être très noir.

L'observation sur verre dépoli peut se faire en faisant tomber l'image sur lui après réflexion sur un miroir tournant.

L'absence de lentilles supprime toute absorption des rayons actiniques et simplifie les réglages.

Résultats obtenus : Oscillogrammes de postes modulés.

Photo n° 1 — Enregistrement d'une émission entretenue reçue sans hétérodyne. — On remarque que l'accrochage du poste n'est pas instantané, qu'il ne se fait pas suivant une loi exponentielle simple, mais d'abord lentement puis très vite il y a un point anguleux dans la courbe.

L'intensité normale est d'abord dépassée comme si l'accrochage d'un poste était un phénomène doué d'inertie. Le début de la courbe montre que l'intensité dans l'antenne oscille pendant un temps très court autour de la valeur de régime. De même la fin d'un signal présente une période variable intéressante : le décrochage se fait suivant deux régimes successifs, moins différents d'ailleurs qu'à l'accrochage.

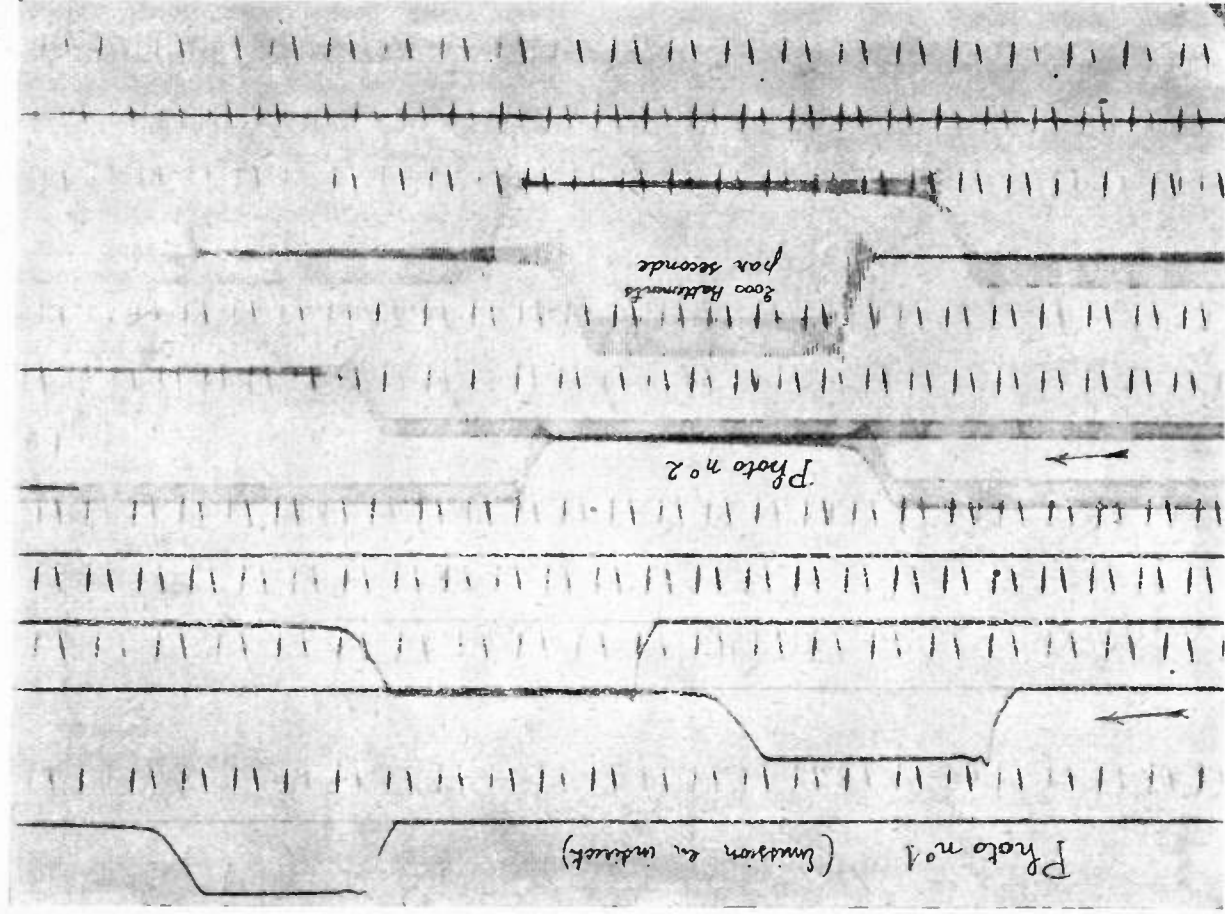
On pourrait avoir la tentation d'incriminer l'oscillographe, mais la photo n° 2 démontre que c'est bien l'amplitude des oscillations haute fréquence qui présente les caractères observés.

Il est intéressant de remarquer que l'aspect de la réception est le même quand le poste émettait en direct ou en indirect. (Voir plus loin.)

Photo n° 2 — Même émission reçue avec hétérodyne — Les battements ont lieu à fréquence élevée : 2 000 environ.

On remarque les points suivants :

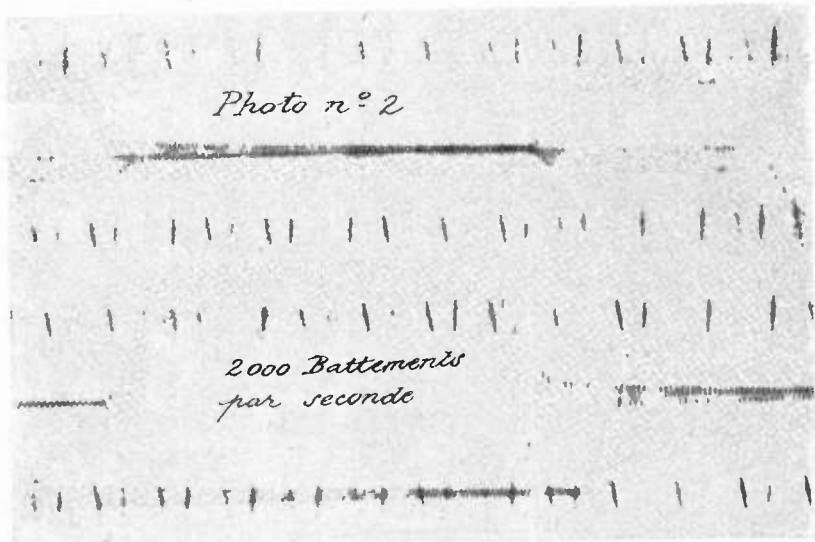
1° L'établissement donne lieu à des battements et leur enveloppe reproduit la courbe de la figure précédente, l'oscillation amortie du début est très visible.



2° Le régime permanent est très régulier.

3° La fin du signal montre nettement que le décrochage, d'abord rapide, devient extrêmement lent : il demandait $1/7$ de seconde, ce qui représente pour l'onde de 600 mètres du signal, un nombre formidable d'oscillations après la fermeture du manipulateur. La persistance des battements 2 000 montre mieux le phénomène que la photo 1 ne pouvait le faire, il y est cependant visible également.

Dans ces deux oscillogrammes le diapason marquait le temps par



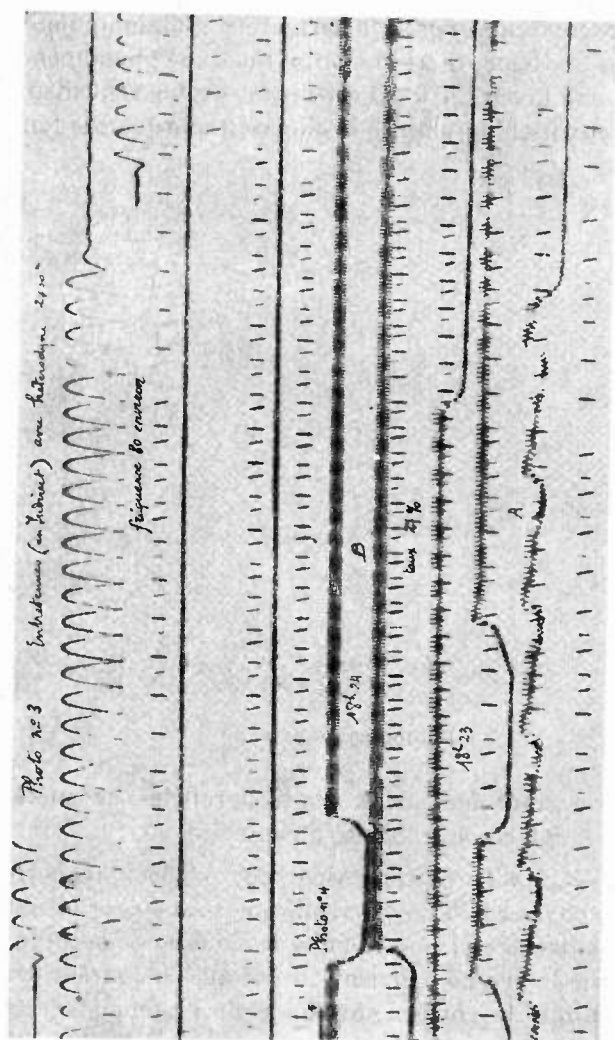
Photographie n° 2

un fragment de sinusoïde : deux traits parallèles se succèdent à l'intervalle de $1/128,5$ seconde ($8/1000$ à peu près).

Photo n° 3. — Même réception reçue avec hétérodyne, battements à fréquence 80 par seconde. — On remarque tout d'abord l'admirable régularité des battements, qui indique la constance de la longueur d'onde. La forme en arceau provient du fait que le courant détecté a la même forme que la courbe enveloppe de l'intensité résultante, courbe qui est une sinusoïde dont les demi-périodes négatives sont renversées, ce qui donne bien une courbe en arceaux.

On observe encore la persistance des battements après la fin du signal.

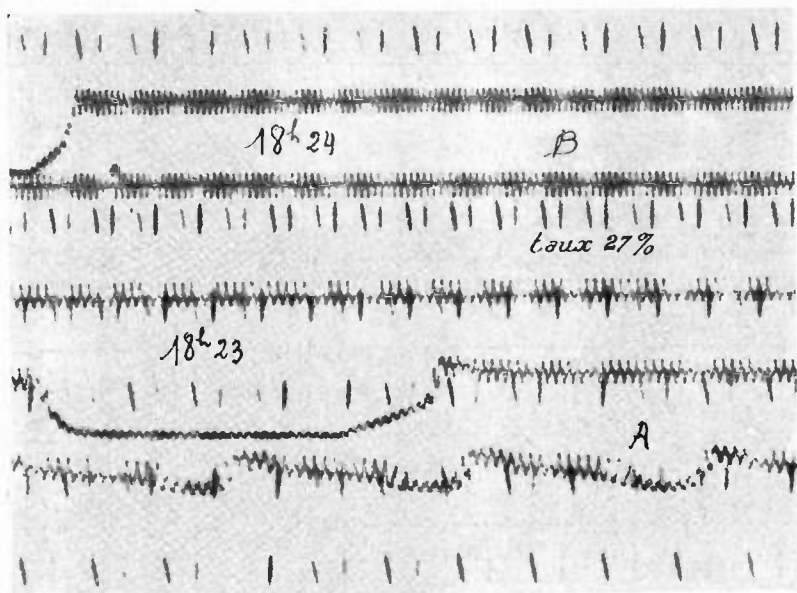
Photo n° 4. — Emission entretenue modulée, du même poste. — La modulation est à fréquence 900 environ, l'enregistrement indique un taux de 27 %, et montre qu'elle n'est pas pure : un harmonique 3



Photographie n° 3.

étant très apparent. De plus, la région A de la photo montre que le poste n'a pas un fonctionnement stable, il est parfois sur le point de décrocher.

Cette courbe donne un autre renseignement précieux : la persistance de la modulation après les fins de signaux. On aurait pu, en effet, soupçonner la réception d'allonger elle-même les signaux, par réaction involontaire par exemple il aurait pu se faire qu'on se trouve très près de la limite d'accrochage. Les battements d'hétéro-



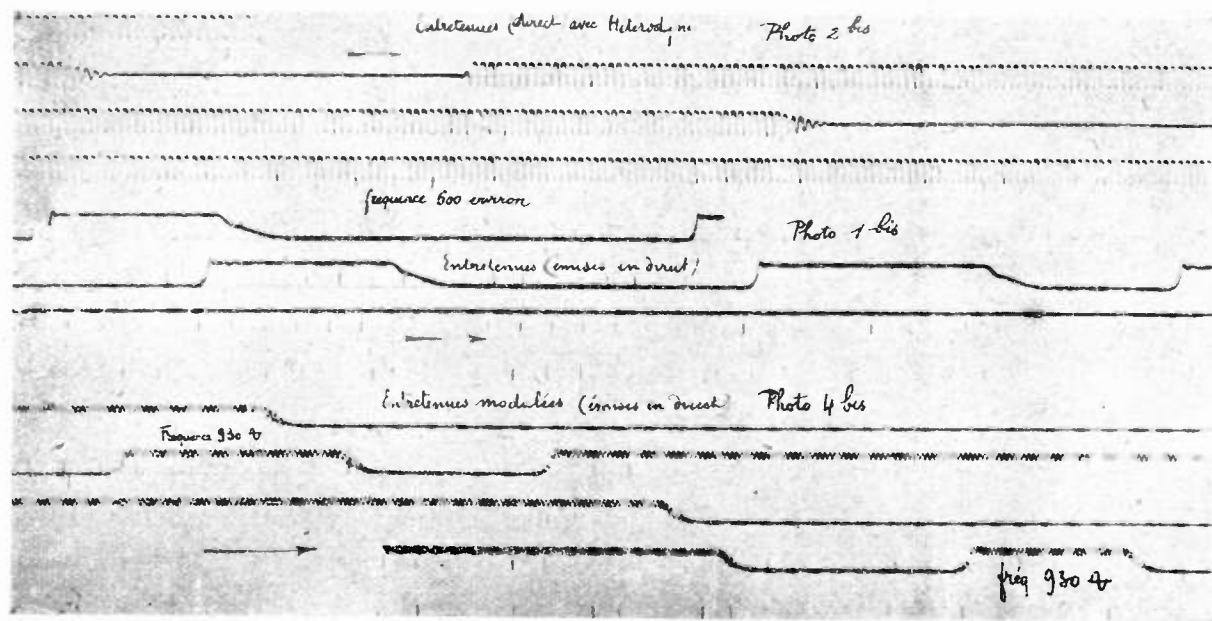
Photographie n° 4

dyne ne peuvent rien nous apprendre à ce sujet, car ils auraient lieu aussi dans le cas de la réaction. Au contraire la continuation de la modulation lève l'indécision, car la réception ne peut se moduler elle-même.

On remarque aussi dans la région B, grâce à l'alignement des crochets dus à l'harmonique 3, que l'établissement de l'émission modulée est identique à celui de l'onde entretenue.

Les quatre photos précédentes sont relatives à l'émission en indirect, c'est-à-dire en « Tesla », les suivantes à l'émission en indirect ou en « Oudin ».

Photo n° 1 bis. — Réception d'entretenues émises en direct — La période d'établissement est identique à celle des entretenues émises

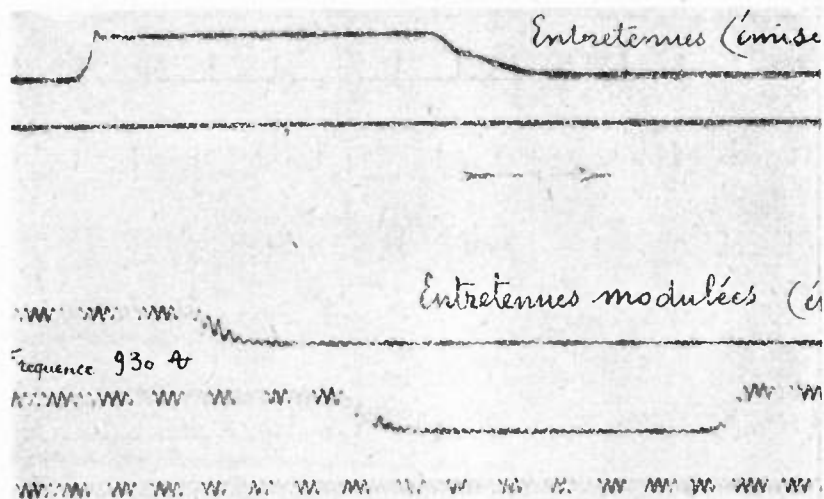


Photographies 1 bis, 2 bis et 4 bis

en indirect, mais le décrochage accuse davantage l'existence de deux décrochements différents

Photo n° 2 bis. — Même émission reçue avec hétérodyne. — Les battements sont cette fois à fréquence 600 environ. La courbe est encore en arceaux un peu aplatis vers le haut. En regardant attentivement on constate qu'ils continuent après la fin du signal.

Photo n° 4 bis. — Emission en direct modulée. — La courbe indique un taux de 33% ; de plus l'harmonique 3 est moins apparent, il est cependant visible à la loupe sur l'original.



Partie agrandie des photographies 1 bis et 4 bis

Mesure des intensités de réception.

L'oscillographe donne un moyen précis de mesurer les intensités de réception. Pour les mesures relatives le montage qui vient d'être décrit est utilisable sans modification, en particulier l'étude des phénomènes de « fading » est rendue très facile puisqu'il suffit de recevoir les signaux sur une échelle translucide et de noter l'amplitude en fonction du temps. On peut aussi enregistrer l'amplitude des signaux au cours du temps en recevant le spot sur du papier animé d'un mouvement lent : 10 cm / sec.

1° Pour les mesures absolues de forces électro-motrices induites dans l'antenne de réception, la méthode de l'hétérodyne locale est rendue très précise. Elle consiste à produire à la réception la même force

électro-motrice que celle qu'engendrent les signaux dans l'antenne, au moyen d'un émetteur local produisant un courant de fréquence très voisine de la leur, d'intensité connue et induisant dans une bobine en série avec l'antenne une tension que l'on peut connaître avec précision.

Toute la difficulté consistait à constater l'égalité des tensions dues aux signaux et à l'émetteur local.

L'oscillographe donne deux moyens très commodes d'obtenir ce résultat : le premier consiste à ne faire agir l'émetteur local que pendant de brefs silences du correspondant, on règle alors l'émission locale de manière à obtenir les mêmes déviations sur l'échelle.

La seconde méthode permet d'opérer pendant des traits prolongés du poste étudié. Elle consiste à observer les battements, l'émetteur local fonctionnant continuellement. Quand les deux réceptions sont égales on obtient une courbe en arceaux particulièrement reconnaissables si la fréquence des battements est très faible. De plus, si la détection est exactement linéaire, au moment où il y a égalité, les pointes des arceaux se trouvent sur la ligne correspondant à l'absence complète de réceptions, tandis que les sommets se trouvent tangents à la ligne correspondant au double de la déviation due à l'émetteur local seul.

La photo n° 2 est typique au point de vue de la succession des apparences des battements quand varie le rapport des intensités du signal et de l'hétérodyne : le signal est d'abord trois fois plus intense, mais dans la période de décrochage, ou d'accrochage, on passe par l'égalité.

Dans la courbe n° 2 bis, le signal est très légèrement plus fort que l'hétérodyne. Dans la photo n° 3 il y a égalité, malheureusement l'amplificateur à contre-batterie était réglé avec la dernière grille trop peu négative, il en résultait une diminution de sensibilité pour les courants croissants à cause du courant grille, qui réduisait l'amplification dès qu'il prenait naissance, de sorte que les arceaux sont écrasés par la distorsion. Cet inconvénient est facile à éviter : il suffit de rendre la grille plus négative, quitte à augmenter encore la tension plaque s'il le faut pour rester dans la caractéristique rectiligne. Ce défaut n'existait pas dans les autres courbes parce que les amplitudes ne dépassaient pas les valeurs pour lesquelles le courant-grille restait inappréciable.

R. DU BOIS.

ONZE MOIS D'OBSERVATION DES ATMOSPHÉRIQUES

(Novembre 1923 à octobre 1924 ⁽¹⁾).

par R. BUREAU

Chef de la Section des transmissions
à l'Office National Meteorologique

I. — **Les observations.** — J'ai déjà été amené dans des séances précédentes à montrer l'intérêt que présentaient pour l'étude des atmosphériques les méthodes modernes de la météorologie dynamique ⁽²⁾ et à exposer les premiers résultats obtenus ⁽³⁾. Les recherches ont été continuées depuis à l'aide d'observations poursuivies quotidiennement. J'ai tout d'abord relevé les *brouillages causés par les atmosphériques dans la réception de radiogrammes météorologiques* par les postes T. S. F. français. Les relevés comportent : l'heure des brouillages, l'indication des postes récepteurs et émetteurs, la nature des brouillages. Ils sont tenus à jour sans interruption depuis le 15 novembre 1923. Ils constituent une première documentation.

Depuis le 1^{er} avril 1924, les postes radiotélégraphiques récepteurs de l'Office national météorologique au Mont-Valérien assurent quatre fois par jour (à 1 h, 13 h, 18 h et 21 h 45) *l'observation systématique des atmosphériques dans les différents azimuts*. Les procédés d'observations ont été modifiés à trois reprises, de manière à préciser la nature des renseignements fournis et à réduire l'influence personnelle des opérateurs. Ceux-ci sont en effet nombreux et sont remplacés périodiquement. Un contrôle sévère des observations et des résultats obtenus a permis d'éliminer les mauvais observateurs. On a ainsi abouti à la méthode suivante pour chaque opération :

Un cadre est placé successivement dans quatre directions à 45° l'une de l'autre. Dans chacune de ces directions l'opérateur écoute les atmosphériques et les dessine sur une feuille de papier quadrillé où les traits verticaux sont espacés d'une seconde et où les ordonnées représentent l'intensité de la décharge. Des observations simultanées faites au même point sur quatre cadres par quatre opérateurs diffé-

(¹) Note présentée à la troisième Commission du Comité français de Radiotélégraphie scientifique. Séance du 31 octobre 1924.

(²) Séance du 3 mai 1923.

(³) Séance du 29 janvier 1924.

rents montrent qu'on retrouve sur les quatre graphiques les mêmes atmosphériques. Les dessins diffèrent évidemment suivant les opérateurs, mais le nombre des décharges et leurs intensités relatives sont comparables quand on passe d'un opérateur à l'autre. On trouvera dans la figure 1 un exemple de ces inscriptions.

En plus de ce relevé graphique fait à l'oreille, les opérateurs notent *certaines caractères des atmosphériques dans les différentes directions* et remplissent un questionnaire.

Au total une opération se résume ainsi :

- a) Relevé graphique dans quatre directions du cadre à 45° l'une de l'autre;
- b) Relevé éventuel dans les directions intermédiaires;
- c) Détermination des directions où sont observés les maxima et les minima d'intensité et de fréquence des décharges;
- d) Levée du doute de 180°.
- e) Observation de la tendance à l'augmentation ou à la diminution du nombre et de l'intensité des décharges. Cette tendance peut être entièrement différente au même moment pour divers azimuts.

Une opération complète peut durer une demi-heure. Des observations intermédiaires sont assurées, en plus des observations à heure fixe, quand les opérateurs notent de grandes variations dans les atmosphériques. Elles sont également prescrites certains jours où est prévu le passage d'un phénomène météorologique intéressant.

Depuis le 10 septembre 1924, des observations analogues sont assurées aux mêmes heures au Fort de Saint-Cyr. Elles seront étendues en novembre au poste météorologique de Thionville et d'ici la fin de l'année aux postes météorologiques de Tours, Romorantin, Avord, Istres, Cazaux, Chartres. La plus grande difficulté rencontrée dans cette organisation d'un réseau d'observations réside dans l'instruction du personnel qui n'est pas permanent (personnel militaire). Par contre, il est assez facile d'obtenir une grande homogénéité entre les observateurs des différents postes, car, recevant tous une instruction météorologique commune pendant trois mois avant d'être envoyés dans les postes météorologiques, ils sont également formés pendant cette période à l'observation des atmosphériques. De plus, certains chefs de postes sont pris parmi des observateurs du Mont-Valérien ou de Saint-Cyr.

Toutes les observations de directions sont faites sur des longueurs d'onde voisines de 8000 mètres. Les longueurs d'onde des émissions météorologiques écoutées en France sont comprises entre 1200 m et 11000 m.

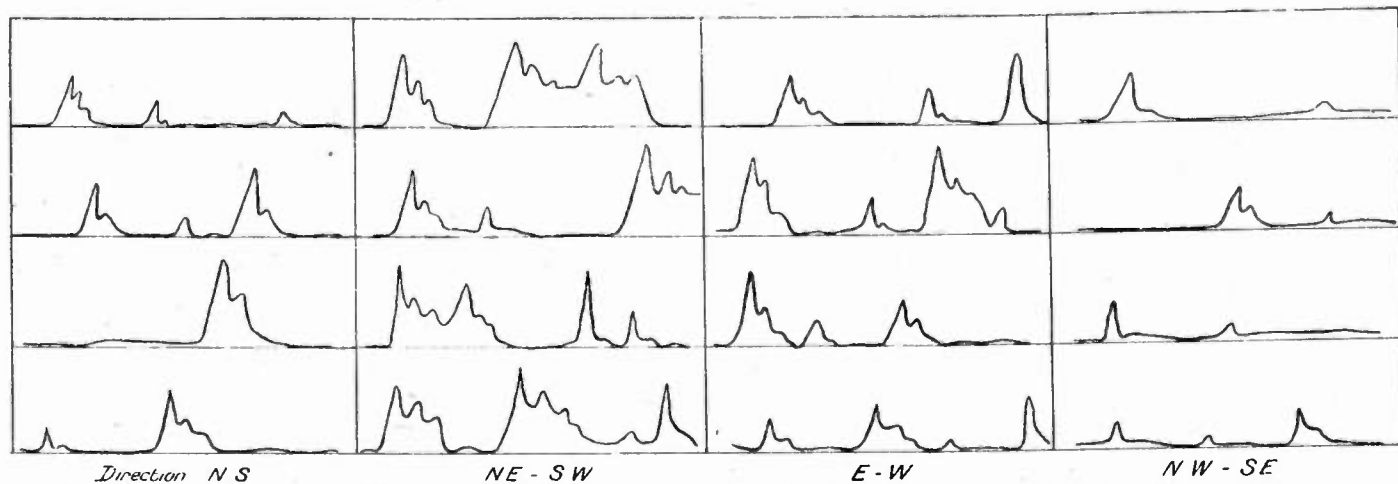


Fig. 1. — l'écoute des atmosphériques a Saint Cyr le 24 septembre 1924, a 17 h 30, dans quatre directions différentes au cadre.
Quatre courbes ont été relevées dans chaque direction

II. — **La documentation recueillie et sa mise en œuvre.** — *La documentation recueillie* dans les derniers mois comprend donc

a) Les relevés de brouillages causés par les atmosphériques dans la réception des radiogrammes météorologiques :

b) Les observations faites quatre fois par jour (et parfois plus fréquemment) au Mont-Valérien et à Saint-Cyr.

Une analyse comparée des phénomènes météorologiques et des atmosphériques permet de vérifier les premières idées exprimées à ce sujet et de les compléter. Cette comparaison doit être faite pour chaque jour et non pas seulement les fois où les relations entre les deux ordres de phénomènes sont particulièrement nettes. Si les règles énumérées résistent à un tel examen, elles peuvent être considérées comme l'expression des lois qui rattachent les atmosphériques aux phénomènes météorologiques.

Dans l'exposé qui suit, il sera fait usage des termes courants de la terminologie météorologique moderne : Courants de perturbations. — Noyaux de hausse et noyaux de baisse barométrique. — Centres d'action. — Discontinuités. — Fronts froids. — Fronts chauds. — Fronts doubles. — Air tropical. — Air polaire. — Front polaire.

Nous allons en rappeler rapidement le sens ⁽¹⁾.

Les perturbations météorologiques se succèdent le long de trajectoires qui en forment le *lit*, en séries plus ou moins longues (quelques jours à plusieurs semaines). Chacune de ces séries forme un *courant de perturbations*. Il existe des courants de caractères différents. Deux courants peuvent exister simultanément.

Le chapelet de perturbations d'un courant peut être mis en évidence par l'étude des noyaux de variations barométriques : *noyaux de hausse* et des *noyaux de baisse barométrique* qui se succèdent à une certaine vitesse et se remplacent l'un l'autre en un temps déterminé, appelé *demi-période* du courant. L'exposé ci-après fait très souvent appel à ces noyaux de hausse et à ces noyaux de baisse. La trajectoire des courants de perturbations est déterminée par des régions de hautes ou basses pressions barométriques appelés *centres d'action*.

L'examen de ces noyaux n'est pas le seul mode d'analyse qui permet d'atteindre les perturbations. Il est souvent plus commode d'y parvenir par la mise en évidence de discontinuités que provoque le mouvement de surfaces de séparation entre deux masses d'air d'origines et de caractères différents (air polaire et air tropical).

(1) Voir *Mémorial de l'Office national météorologique* : Ph. Scherechewsky et Ph. Wehile, *Les systèmes nuageux* ; J. Bjerkness et H. Solberg, *Les conditions météorologiques de la formation de la pluie* (E. Chiron, éditeur).

La température, l'humidité, la direction, la vitesse du vent, etc. de ces deux masses d'air étant souvent très différentes au sol et surtout en altitude, leurs frontières sont le siège d'une variation brusque

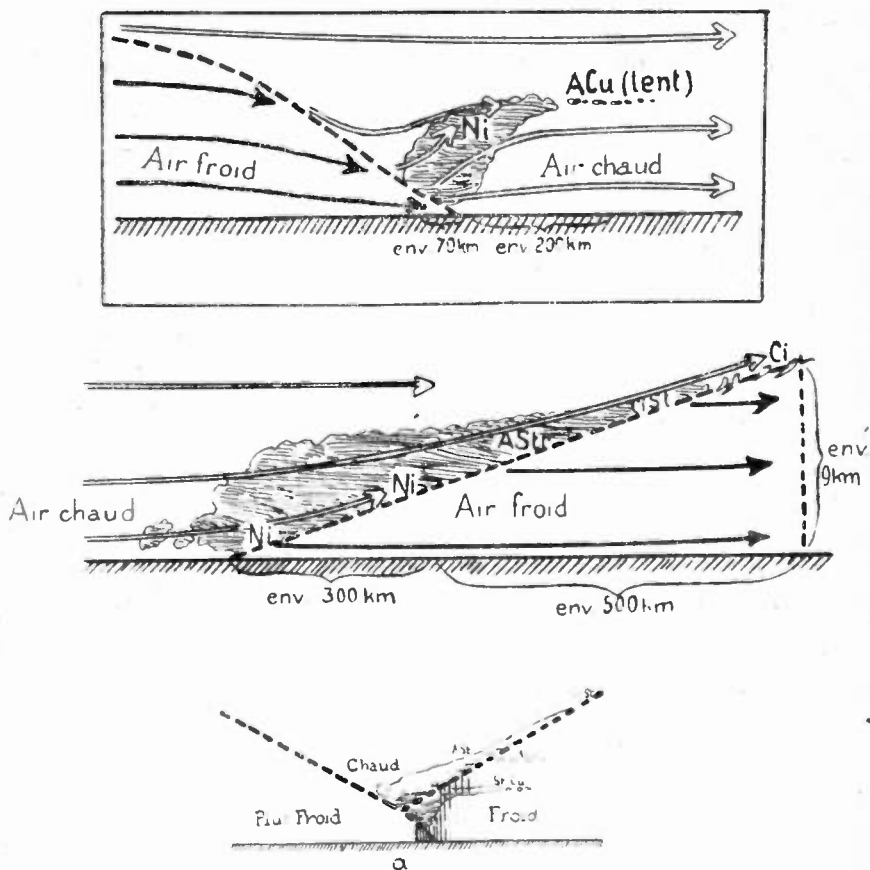


Fig. 2 — Front froid, front chaud, front double.

(Figures extraites du *Manual of the Office national météorologique* de l'Épave et de la Sécurité, voir note précédente.)

pour chacun de ces éléments. Elles portent le nom de *surfaces de discontinuité*. Elles sont très peu inclinées, l'air froid étant toujours en dessous, l'air chaud au-dessus. Les noyaux de baisse de pression correspondent à l'ascension d'air chaud au-dessus d'une masse d'air froid qui se retire. Le phénomène porte le nom de *front chaud*. Les noyaux de hausse de pression correspondent au soulèvement d'une masse d'air chaud par une masse d'air froid qui s'avance en com-

sous elle. Ce phénomène porte le nom de *front froid*. On en verra des exemples plus loin (voir VI, journée du 18 septembre).

Un front froid peut regagner le front chaud qui le précède. On observe alors un *front double*. La figure 2 donne la coupe des surfaces de discontinuité dans le cas d'un front chaud, d'un front froid et d'un front double. L'ensemble de ces fronts qui se déroulent autour du pôle de part et d'autre du 60° de latitude porte le nom de *front polaire*.

III. — **De janvier à octobre 1924. Exposé chronologique** — Voici dans l'ordre chronologique, de janvier à octobre, la suite des relations les plus remarquables que l'observation des atmosphériques a mises en évidence :

1° En hiver, une invasion d'air polaire précédé d'un front froid (toujours accompagnée d'un fort noyau de hausse barométrique) amène des atmosphériques violents et nombreux quand cet air atteint des montagnes élevées.

2° Les atmosphériques disparaissent brusquement et complètement quand un front chaud (accompagné d'un fort noyau de baisse) succède au front froid.

3° Ces propriétés opposées des fronts chauds et des fronts froids deviennent plus générales au fur et à mesure que l'on s'avance vers l'été. Les fronts froids se montrent alors de plus en plus actifs au point de vue des atmosphériques et, dès leur arrivée sur le continent, ils font sentir leur action électromagnétique. L'action des montagnes ne fait que la renforcer. Les fronts chauds continuent à étouffer les atmosphériques.

4° Un nouveau cas de renforcement des atmosphériques commence à être observé à la fin du printemps : c'est lorsque les fronts froids atteignent les régions continentales où la température est relativement élevée.

5° Au mois de mai apparaissent de longues périodes où les atmosphériques sont très nombreux et très violents. Ils se rattachent à des courants particuliers de perturbations météorologiques, nettement différents des courants de perturbations dépendant du front polaire principal.

Ces nouveaux courants qui apparaissent surtout en été portent en météorologie le nom de courants de perturbations orageux. Cette dénomination pouvant donner lieu à des confusions dans une étude sur les atmosphériques nous les appellerons « courants du sud-ouest », car ils apparaissent sur la France par le sud-ouest et se diri-

gent vers le nord-est. Alors que dans les courants de perturbations habituels du front polaire, les noyaux de variation sont à courte période (de quelques heures à 24 heures), sont bien dessinés et centrés, ont un relief accusé et un mouvement rapide, les noyaux de variation des courants de perturbations du sud-ouest sont flous, largement étalés, à demi-période peu nette et très longue (ordre de 48 heures) et se propagent très lentement.

Aussi est-il souvent commode de faire appel pour les déterminer, non seulement aux noyaux de variation barométrique, mais également aux discontinuités de température, aux systèmes nuageux, etc. L'expérience montre que, dans ces régimes comme dans les précédents, l'apparition d'atmosphériques est liée aux fronts froids, aux discontinuités qu'ils provoquent et aux noyaux de hausse de pression. Les atmosphériques sont alors très violents et durent très longtemps. Ils ont amené dans la deuxième quinzaine de mai un brouillage presque quotidien.

6° Cette activité électromagnétique intense et prolongée peut d'ailleurs être expliquée en fonction des relations énoncées plus haut. Les courants de perturbations du sud-ouest associent en effet, sur le sud de la France, deux causes de renforcement de l'activité des fronts froids; l'ascension de montagnes élevées (les Pyrénées), qui augmente le refroidissement en altitude, et l'invasion d'une région (golfe de Gascogne, sud-ouest de la France) où la température au sol est élevée en été.

7° Dans les courants de perturbations du sud-ouest, les noyaux de variations barométriques en baisse qui correspondent aux fronts chauds jouent le même rôle que dans les courants de perturbations du front polaire principal. Ils provoquent la disparition des atmosphériques.

8° La variation diurne des atmosphériques est très nette dans la deuxième quinzaine de mai. On observe quotidiennement un calme presque complet pendant toute la matinée; les atmosphériques débutent vers midi, augmentent jusque vers 21 heures, diminuent de nouveau et passent par un second maximum plus faible vers 4 heures du matin ⁽¹⁾. L'existence de ces deux maxima s'explique théoriquement, grâce à certaines constatations faites en septembre et signalées plus loin; une étude détaillée de ces atmosphériques de mai est exposé dans le chapitre suivant.

⁽¹⁾ Les observations qui ont servi de base à cette étude dénotent de ce maximum. Son existence est confirmée par M. de Bellescize qui l'a également constaté.

9° Les troubles de longue durée sont moins importants *au mois de juin* qu'au mois de mai. Juin est caractérisé par des atmosphériques très violents, mais d'assez brève durée, et d'un caractère nettement migrateur. Ces atmosphériques sont dus aux passages de fronts froids se rattachant aux régimes de perturbations du front polaire principal. De même que les noyaux de variation barométrique en hausse et en baisse sont nets, bien centrés, à courte période, et à translation rapide, de même les atmosphériques se groupent en zones nettement migratrices apparaissant brusquement, disparaissant de même; leur vitesse et leur durée sont en relation directe avec la vitesse et la demi-période des noyaux de variation de pression.

10° Les fronts doubles, formés par l'adjonction d'un front froid au front chaud qui précède, ont, au point de vue des atmosphériques, le double caractère des fronts chauds et des fronts froids, ils font disparaître les atmosphériques préexistants. Ils en provoquent de nouveaux : cette disparition et cette apparition peuvent être simultanées.

11° *En juin et en juillet* s'observent des exemples remarquables de fronts froids très caractérisés au point de vue des discontinuités de température et de vent, mais ne donnant ni orages, ni même pluies et averses. Ils n'en provoquent pas moins des atmosphériques aussi violents, aussi nombreux, aussi continus, le long du front froid que lorsque celui-ci est accompagné des nébulosités et précipitations habituelles. C'est là une des constatations les plus importantes qu'a permis de faire l'étude expérimentale des atmosphériques.

12° *Avant* voit renaître des phénomènes analogues à ceux de mai. Il semble d'ailleurs, d'après les observations antérieures et faites en différents pays, que ce n'est pas là une particularité de l'année 1924, mai et août marqueraient deux maxima dans la variation annuelle.

13° *Septembre* est très riche en constatations intéressantes. Dans l'air froid qui succède à un front (ou, autrement dit, dans le noyau de hausse barométrique), les atmosphériques ne sont pas répartis uniformément, mais présentent des maxima et des minima (qui sont presque des disparitions). Les maxima correspondent aux fronts secondaires et aux lignes de grains. Ils commencent de 20 minutes à une demi-heure avant le passage d'une ligne de grains, même quand celle-ci est momentanément ou localement trop affaiblie pour donner, au passage sur le poste d'observation, un grain véritable.

14° Les noyaux de hausse du front polaire commencent à perdre de leur intensité et ne provoquent plus qu'une faible augmentation des atmosphériques, n'allant que rarement jusqu'au brouillage. Mais les noyaux de hausse des courants de perturbations du sud-

ouest conservent toute leur vigueur au point de vue de l'apparition d'atmosphériques. Bien plus, ils l'emportent sur une baisse du front polaire principal quand les deux agissent simultanément et qu'au point de vue barométrique, la hausse du courant du sud-ouest est masquée par la baisse de l'autre courant de perturbations.

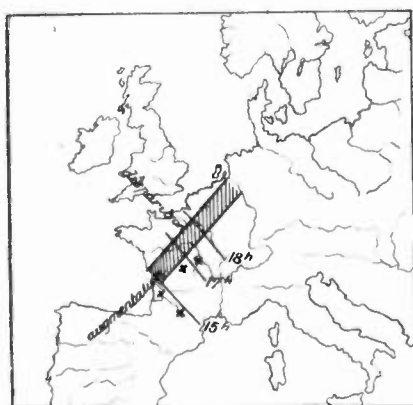


Fig 3a

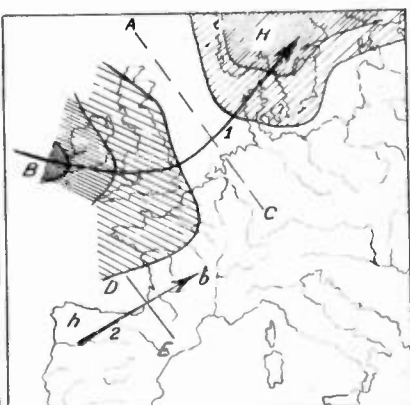


Fig 3b

Fig 3a — 19 septembre 1924 — Atmosphériques et brouillages

*, Localités où ont été observés les brouillages
 Zone hachurée — direction dans laquelle des atmosphériques ont été observés à Paris à partir de 12 h 30
 15 h, 17 h et 18 h — Heures à partir desquelles des brouillages d'importance puissantes ont été notés

Fig 3b — 19 septembre 1924 — Propagation des perturbations météorologiques (simulation à 18 h) Variations barométriques en vingt quatre heures

Flèche 1 — Trajectoire des noyaux de variation du courant dépressionnaire
 H, noyau de hausse B, noyau de baisse appartenant au courant dépressionnaire
 Ligne AC — Ligne des variations barométriques nulles
 Flèche 2 — Trajectoire des perturbations du courant Sud-Ouest
 Ligne DE — Ligne de discontinuité (tracée sur le sol de la surface de discontinuité)
 h, emplacement du noyau de hausse b, emplacement du noyau de hausse du courant Sud-Ouest

15° Quand un courant du sud-ouest va disparaître, la dernière hausse est celle qui provoque le plus d'atmosphériques

16° *Septembre* offre des exemples très nets d'une action simultanée d'un front chaud rattaché au front polaire et d'un front froid du sud-ouest, les deux n'étant plus superposés comme précédemment. En un point à égale distance des deux (Paris), on constate alors la disparition totale des atmosphériques dans la direction d'où vient le front chaud et son noyau de baisse (NW) et l'apparition d'atmosphériques violents et croissant dans la direction du front froid appartenant au courant de perturbations du sud-ouest (direction SW) (voir fig 3a et 3b)

17° *Septembre* nous fournit le cas suivant des atmosphériques

dus à un noyau de hausse disparaissent le soir avec l'éloignement du noyau, mais réapparaissent la nuit en provenant du même noyau alors plus éloigné. Cette réapparition est peut être due en partie au fait que ce noyau est alors sur les Alpes et on retrouve l'action orographique signalée plus haut. Mais elle doit être due également pour une grande part à une plus grande portée des atmosphériques, la nuit que le jour. Les atmosphériques ne sont plus nombreux que parce qu'on en entend de plus loin et non parce qu'il s'en produit davantage. Ceci explique le double maximum que semble donner la variation diurne. Le premier, celui du soir, étant dû réellement à un maximum de décharges; le second n'étant qu'un faux maximum dû à un plus grand nombre d'atmosphériques reçus.

18° Certaines observations du même mois mettent en évidence l'action des fronts en altitude. Dans un courant de perturbations à courte période (12 heures) et à mouvement rapide (900 km en 12 heures), l'apparition des atmosphériques coïncide sensiblement avec le maximum du noyau de tendances (variations barométriques en 3 heures) positives.

La disparition des atmosphériques est en avance de 500 km sur la ligne de tendances nulles précédant le noyau de tendances négatives et suivant immédiatement le noyau de hausse. Cette apparition et cette disparition s'opèrent en moins d'une demi-heure.

IV. — Les atmosphériques observés en France dans la deuxième quinzaine de mai 1924 (16 au 31) (1). — Les atmosphériques de cette période méritent à eux seuls un exposé spécial qui complète utilement le chapitre précédent.

I. CARACTÈRES GÉNÉRAUX. — La première quinzaine de mai a été très peu troublée par les atmosphériques. Cette période calme a été interrompue brusquement dès le 13 mai au soir, par l'apparition d'un brouillage général qui a envahi la France par le sud-ouest.

Les 14, 15 et 16 mai, les atmosphériques sont violents sur toute la France et partout les réceptions radiotélégraphiques sont hachées ou rendues impossibles. Ce brouillage intense s'observe surtout entre 14 heures et 19 heures. On peut dire que toutes les émissions sont brouillées dans cet intervalle. Le 16, Paris, Tours, Antibes, Dijon, Toulouse, Angers, Châteauroux, Metz, Avord, Mayence, Ajaccio, Marignane, signalent des brouillages importants. Dans le courant de la matinée, les atmosphériques ne brouillent aucune émission.

(1) Ce chapitre ne comporte pas de figures et il ne fait appel à aucune. Il a toutefois été rédigé de manière à pouvoir être étudié en détail si l'on consulte simultanément le *Bulletin quotidien d'Études de l'Office national météorologique*.

Le 17, au contraire, à part quelques brouillages signalés l'après-midi à Marignane, Toulouse et Antibes et le soir à Paris, les atmosphériques ne gênent pas les réceptions.

Du 18 au 22 inclus, nouvelle période d'atmosphériques intenses sur toute la France. Comme précédemment, les brouillages se produisent presque uniquement de 12 heures à 19 heures. Les atmosphériques disparaissent complètement à Paris le 22, à 20 heures.

Le 23, très rares brouillages épars.

Le 24, quelques brouillages l'après-midi et le soir à Dijon, Avord, Angers, Paris, Mayence, Antibes et Istres.

Le 25 de même (brouillages notés à Avord, Angers, Paris, Lyon, Ajaccio et Antibes).

Le 26, atmosphériques violents dès une heure du matin à Paris, Tours (les réceptions de nuit n'ont été assurées qu'à Paris, Tours et Mayence) se prolongeant le matin et provoquant des brouillages à Toulouse et Antibes de 5 heures à 15 heures. Quelques brouillages signalés l'après-midi à Avord, Lyon, Ajaccio.

Le 27, très rares brouillages épars.

Le 28, brouillages à Paris entre 1 heure et 3 heures du matin. Puis rares brouillages à Angers entre heures et 10 heures, à Avord, Angers, Tours et Paris vers 19 heures et 20 heures.

Le 29, nouvelle journée d'atmosphériques violents sur toute la France. Brouillages constatés toute la journée, même le matin.

Le 30, brouillages nombreux l'après-midi et surtout le soir à Chateauroux, Lyon, Mayence, Paris, Tours, Angers, Istres, Avord.

Le 31, de nouveau, atmosphériques intenses sur toute la France. Mais ceux de la matinée sont surtout observés à Angers, Cazaux, Toulouse, ceux de l'après-midi à Dijon, Chateauroux, Lyon, Paris, Avord, ceux du soir à Lyon, Paris, Avord et Mayence.

Les écoutes n'ont été brouillées qu'à partir de 18 h 30 à Mayence; mais elles l'ont été toutes jusqu'à 22 h 10, heure à laquelle elles cessent.

On a donc affaire à un noyau d'atmosphériques migrants se dirigeant de l'WSW vers l'ENE.

En résumé on distingue :

a) Des journées où les atmosphériques sont extrêmement violents sur toute la France et présentent partout la même variation diurne avec maximum de 14 heures à 19 heures et calme aux autres heures.

Ils semblent apparaître et disparaître partout à des heures à peu près identiques

b) Des journées relativement calmes.

c) Des journées troublées, mais où les atmosphériques forment des noyaux migrateurs très caractérisés sans variation diurne fortement marquée (cas du 29 et surtout du 31).

2. LES SITUATIONS MÉTÉOROLOGIQUES CORRESPONDANTES. — Dans le premier cas (atmosphériques violents sur toute la France de 12 heures à 19 heures, les 16, 18, 19, 20, 21 et 22) règne un courant de perturbations météorologiques du sud-ouest. De faibles pressions sont notées d'une façon presque permanente sur le golfe de Gascogne et des discontinuités très accusées semblent y prendre naissance et se diriger vers le nord-est.

Dans le deuxième cas (journées calmes ou relativement calmes), on se trouve en présence d'une des deux situations suivantes : ou bien des pressions relativement élevées (supérieures à 760 mm) règnent sur le golfe de Gascogne et le sud-ouest de la France, ou bien la situation météorologique est régie par un courant de perturbations ouest guidé par un centre d'action négatif situé au nord ou au nord-ouest de l'Europe. Nous retombons alors dans le cas général des atmosphériques liés aux perturbations du front polaire principal. Ceux qui ont été observés dans les journées des 17, 23, 24, 25, 26, 27 et 28 mai se rattachent directement à des invasions d'air polaire (noyau de hausse barométrique). Leur affaiblissement et leur disparition correspondent à des noyaux de baisse barométrique et à une arrivée d'air chaud. La liaison est aussi nette et aussi régulière que dans les autres mois de l'année.

Le troisième cas ressemble au premier par la violence et la généralité des atmosphériques, au second par leur caractère migrateur.

Au point de vue météorologique, on constate comme dans le premier cas un courant de perturbations du sud-ouest avec basses pressions sur le golfe de Gascogne et discontinuités très accusées. Mais il faut noter que ce courant de perturbations est commandé par un centre d'action négatif (dépression centrée sur l'Océan à l'ouest du golfe de Gascogne) qui imprime aux noyaux de variation barométrique une vitesse relativement plus grande que dans les courants de perturbations habituels du sud-ouest auxquels se rattachent les systèmes nuageux orageux. De plus, la demi-période du courant de perturbations est également plus courte et plus nette que dans le cas ordinaire. Elle est de l'ordre de celle qui est observée dans les noyaux de variation appartenant aux courants de perturbations d'ouest.

3. LES BROUILLAGES STAGNANTS ET LES BROUILLAGES MIGRATEURS.

— En résumé, on observe un parallélisme frappant entre les régimes météorologiques et les régimes d'atmosphériques. Lorsqu'un centre d'action puissant, déterminant des courants nettement dirigés en altitude, entraîne les perturbations météorologiques avec rapidité dans un lit bien marqué, les noyaux de variation barométrique et les noyaux d'atmosphériques se centrent et se propagent avec une netteté identique. Les brouillages provoqués sont des brouillages migrants.

Quand, au contraire, les centres d'action qui commandent un courant de perturbations météorologiques n'impriment pas à celles-ci un mouvement net et rapide, les noyaux de variation barométrique sont flous, largement étalés, à demi-période lente et mal déterminée, les atmosphériques apparaissent partout à peu près au même instant et disparaissent de même, sauf au moment de l'établissement ou de la disparition du courant de perturbations.

Ils peuvent être d'une violence extrême; et l'on peut rapprocher cette violence de la vigueur des discontinuités météorologiques qu'on constate alors. Mais ils ne s'observent que si certaines conditions de pression et de température se trouvent réunies. C'est ce que prouve leur apparition localisée à certaines saisons et à des heures de la journée très exactement limitées. C'est à eux que sont dus les brouillages « stagnants » tels que ceux du mois de mai 1924.

Ces atmosphériques sont gênants non seulement par leur violence, mais également par les conditions mêmes dans lesquelles se produit leur apparition : ils apparaissent en effet partout à la fois. Les décharges, ainsi que le montrent toutes les observations, ne sont plus dirigées ou le sont très peu. Elles sont en très grand nombre et viennent de tous les côtés de l'horizon à la fois. Ceci explique l'accroissement extraordinaire du nombre de brouillages qu'elles provoquent.

Que, pour une raison ou pour une autre, la situation météorologique se modifie, et détermine l'entraînement des perturbations dans un courant rapide, et l'on voit réapparaître l'action successive et inverse des fronts froids et des fronts chauds. Les atmosphériques ne sont plus localisés dans le temps, mais dans l'espace. Ils présentent de nouveau des maxima nets dans certaines directions (sauf au moment du passage du noyau perturbateur au-dessus du poste récepteur) et leur violence n'est plus que passagère.

(A suivre)

R. BUREAU

Une nouvelle formule d'essais pour les amateurs de transmission et de réception sur ondes courtes :

Le Concours de « Trafic » ⁽¹⁾,

Par le D^r Pierre CORRET

Président du Comité Français des Essais Transatlantiques

La nuit du 9 au 10 décembre 1921 a marqué une date mémorable dans l'histoire des amateurs de T. S. F.

Cette nuit-là, au cours de la seconde série de leurs « essais transatlantiques », ils entendirent pour la première fois, de façon certaine et contrôlée, une émission faite à quelque 5000 kilomètres avec une puissance relativement très faible et sur petite longueur d'onde.

Ce fut un véritable événement, non seulement pour les amateurs, mais aussi pour les savants et pour les techniciens. Un fait nouveau venait d'être mis en lumière, qui devait avoir des conséquences théoriques et pratiques importantes : les ondes courtes, jusqu'alors considérées comme incapables d'aucune portée sérieuse, étaient, au contraire, reconnues aptes à franchir de grandes distances.

Du même coup, les amateurs, considérés jusque-là comme des indiscrets « écoutant aux portes » ou, tout au moins, comme de grands enfants s'amusant avec un grand joujou, commencèrent à être pris au sérieux. Les savants découvrirent en eux d'utiles collaborateurs, et les règlements administratifs, naguère encore si hostiles, voulurent bien reconnaître leur droit à l'existence, prévoir pour eux des dispositions particulières et même les autoriser à transmettre, alors que, deux ans seulement avant la guerre, ils s'efforçaient encore, avec une assez comique naïveté, de les empêcher d'écouter les signaux horaires de la Tour Eiffel !

Depuis décembre 1921, profitant de la situation nouvelle qui leur était acquise, les amateurs ont « fait du sport ». Les records ont succédé aux records. La communication Europe-Amérique a été réalisée, comme l'avait d'abord été celle dans le sens Amérique-Europe, puis, pour compléter, des communications bilatérales fréquentes ont été établies entre les deux continents. Les possibilités d'établir de nouveaux records entre l'Europe et les États-Unis se trouvant épuisées,

⁽¹⁾ Communication faite à la séance du 20 novembre 1924 de la Société des Amis de la T. S. F.

on s'est attaqué avec succès à l'Amérique du Sud. Enfin au cours de ces derniers mois, des communications ont pu être établies par des amateurs britanniques et français avec l'Australie et la Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire à peu près avec leurs antipodes

Mais voilà les amateurs de records maintenant bien embarrassés! Ils ont atteint le bout du monde, la terre est trop petite pour eux, et les communications avec Mars ne leur sont pas encore ouvertes! Ils essaient bien de prolonger encore un peu cette course aux records où ils se sont tant passionnés. Les Américains font remarquer que l'antipode terrestre atteint n'est qu'approximatif, et ils parlent de fréter spécialement un bateau, qui irait se placer à l'antipode *exact* d'une station d'émission, pour lui permettre de conquérir le record, aussi définitif qu'imbattable, de la distance couverte sur notre planète... Mais déjà l'un de nos « as » nationaux croit avoir battu cet imbattable record! Son émission n'a pas été entendue à l'antipode exact de sa station, mais, comme le point atteint pouvait l'être par l'Est ou par l'Ouest et comme il faisait nuit du côté du trajet le plus long, il suppose que ses ondes ont dû « faire le grand tour » et qu'empruntant le chemin des écoliers, elles ont franchi une distance plus grande que celle qui le sépare de l'antipode exact par le trajet le plus direct. C'est là faire intervenir, il est vrai, non plus la distance réelle entre les stations d'émission et de réception, mais l'hypothétique longueur du trajet parcouru par les ondes pour aller de l'une à l'autre

Visiblement, les pauvres amateurs se battent les flancs pour trouver le moyen d'établir ou de battre de nouveaux records, mais, quels que soient les artifices auxquels ils puissent avoir maintenant recours, ils ne pourront plus aller bien loin dans cette voie : le monde qu'ils habitent est décidément trop petit, et il va leur falloir songer à d'autres records qu'à ceux de pure distance. L'ère qui en a été ouverte en décembre 1921, a été close, en fait, à la fin de 1924, par la liaison avec les antipodes. Malgré tous les artifices, on ne saurait aller plus loin!

Heureusement, une voie nouvelle et féconde peut s'ouvrir aux amateurs pour l'établissement presque indéfini de nouveaux et très intéressants records. C'est sur quoi nous voudrions attirer aujourd'hui leur attention

*

Sont-ils vraiment des « radiotélégraphistes », ceux qui, après des nuits et des nuits de veille et d'innombrables appels infructueux (dont ils ne nous parlent d'ailleurs ordinairement pas), peuvent, un beau

jour, annoncer bruyamment *urbi et orbi*, par un véritable service de publicité annexé à leur poste de T. S. F., qu'ils se sont trouvés « les premiers » en communication pendant dix-sept minutes et demie avec un amateur de Patagonie : *ur sigs ere QSA om vy fb Hi! cul 73* (!), après quoi les signaux sont devenus imperceptibles, et la « communication » n'a pu être renouvelée que par hasard ou irrégulièrement?

De tels exploits qui furent extrêmement méritoires et d'un très grand intérêt théorique, il y a trois ans, en montrant que les ondes courtes peuvent aller loin, contrairement à ce qu'on en pensait alors, ne nous apprennent maintenant plus rien de bien nouveau et sont dénués de tout intérêt pratique.

Le but de la télégraphie est en effet (le croirait-on?) d'échanger des messages à distance de façon aussi *régulière*, aussi *sûre* et aussi *économique* que possible, et non de se faire simplement entendre, quel-ques fois, par hasard, d'un amateur patagon.

Après avoir établi et surabondamment prouvé que les petites ondes sont capables d'aller loin, il convient donc de ne pas prétiner indéfiniment sur place, mais d'aborder l'étude méthodique des conditions dans lesquelles elles peuvent être utilisées *régulièrement*, *sûrement* et *économiquement*. Il faut, pour cela, chercher non seulement à transmettre le plus loin possible avec la plus petite énergie possible, mais encore *et surtout* à le faire dans les conditions de sûreté et de régularité que demande l'usage pratique de la radiotélégraphie.

Les amateurs américains se livrent passionnément à ce qu'ils appellent le « trafic ». Tous les mois est à l'honneur la station qui a transmis le *plus grand nombre* de messages, parvenus ou non, d'ailleurs à leur destinataire final, et indépendamment des conditions techniques dans lesquelles se sont faites les transmissions. Cela peut donner, sans doute, une certaine idée du nombre de kilowatts-heures qu'a débités le compteur électrique de leur station, du nombre de dollars qui a été consacré à cette sorte de trafic, ainsi que de l'endurance physique et de l'habileté personnelle de l'opérateur, mais ces « performances », plutôt sportives, ne nous paraissent, à nous Européens, que d'un assez médiocre intérêt au point de vue radiotélégraphique. C'est l'expérimentation technique variée qui nous attire, de préférence au trafic d'allure commerciale, et nous préférons laisser aux employés des P. T. T. la tâche et le privilège de totaliser des grands nombres

(1) Ceci n'est pas du patagon, mais un spécimen du jargon spécial utilisé en ces circonstances mémorables pour imiter les Américains. Cette imitation va jusqu'à correspondre même par lettre (!) en cet anglais phonétique et abrégé *entre amateurs français* et même jusqu'à rechercher comme le chic suprême l'émission sur « note américaine ».

de mots et de messages, transmis toujours dans les mêmes conditions, reconnues depuis longtemps favorables. Voudrions-nous d'ailleurs nous livrer, comme les Américains, à un trafic de correspondance personnelle, que le monopole d'État ne nous le permettrait pas.

Mais l'expérimentation technique de la radiotélégraphie a tout de même pour but final, non seulement l'étude des lois qui régissent les phénomènes qu'elle met en jeu, mais aussi leur utilisation pratique pour la transmission des messages dans les meilleures conditions possibles. Elle doit donc se rapprocher le plus possible des conditions réelles de cette utilisation. C'est pourquoi nous voulons proposer aux amateurs un nouveau mode d'expérimentation, sous la forme d'un *trafic* qui, pour être respectueux du monopole de l'État, ne peut être que fictif, mais qui, comme nous le disions plus haut, leur permettrait une nouvelle moisson de records pour le moins aussi glorieux qu'une communication (?) précaire et aléatoire, péniblement obtenue, de temps à autre, avec un amateur plus ou moins voisin de l'autre bout du monde.

Le principe de ce nouveau mode d'expérimentation consisterait à établir, dans des conditions déterminées de puissance, de longueur d'onde, d'époque de l'année, de jour ou de nuit, des communications régulières, à dates et heures *fixées d'avance*.

Voici, d'une façon générale, comment pourraient être réalisés ces essais :

Après avoir fait connaître au Comité Français des Essais Transatlantiques les conditions, dates et heures choisies pour l'essai (en vue de leur publication et pour le contrôle éventuel des émissions), l'amateur désireux de prendre part au concours transmettrait, par exemple, tous les deux jours d'un même mois, à la même heure, avec la même puissance et sur la même longueur d'onde, des messages composés de *vingt mots de code de cinq lettres*, qui seraient reçus par tous les correspondants désirant concourir pour la réception. La qualité de la communication, pendant la période et dans les conditions choisies, serait appréciée, pour les quinze messages transmis, *d'après la proportion de lettres exactement reçues*.

Les avantages d'un tel genre d'essais semblent devoir être nombreux. D'abord, ils permettraient de se distinguer aussi bien aux amateurs de réception qu'à ceux de transmission, aussi bien à ceux transmettant à faible puissance qu'à ceux disposant de plusieurs centaines de watts, car des classements différents seraient établis pour les diverses puissances, comme ils le seraient également pour les émissions faites de jour ou de nuit, pour tel ou tel mois de l'année, pour

telle distance et pour telle longueur d'onde. Ce serait, en perspective, une ample moisson de records à récolter, dans des conditions très variées et accessibles à tous !

Sans parler du côté « sportif » de ces essais, de nombreux enseignements utiles pourraient en être tirés. Il a été, certes, d'un très grand intérêt d'apprendre que les ondes courtes pouvaient franchir 5000 kilomètres, mais, ce point étant acquis, il était infiniment moins intéressant de montrer qu'elles pouvaient être reçues également à 6000, à 7000, à 10 000, à 20 000, ou même à 21 000 kilomètres. La première constatation avait suffi à montrer qu'on s'était trompé sur leur compte. Mais il reste à savoir comment elles se comportent et dans quelles conditions elles sont utilisables au mieux. Cela, les essais de « trafic » que nous proposons aujourd'hui aideraient puissamment à le montrer. Ce serait une tâche éminemment utile et profitable qu'entreprendraient là les amateurs. Les savants, les techniciens et même l'administration des P. T. T., dont ils ont acquis l'intérêt et la bienveillance depuis décembre 1921, leur en sauraient certainement un nouveau gré, et cela ne manquerait sans doute pas de se traduire pour eux par quelques nouveaux avantages.

Aussi, en vue d'une proposition à en faire au Comité Français des Essais Transatlantiques, demandons-nous, non seulement aux Amis de la T. S. F., mais à tous les amateurs en général, aussi bien qu'aux techniciens que ces essais pourraient intéresser, de bien vouloir nous communiquer à ce sujet leurs observations et leurs suggestions.

Nous avons parlé d'émissions à faire tous les deux jours d'un même mois, pour laisser une nuit de repos sur deux à ceux qui voudraient transmettre à des heures très tardives ou très matinales, mais à d'autres il pourrait être plus commode de transmettre pendant quinze jours consécutifs, ou bien, par exemple, le lundi, le mardi, le jeudi et le vendredi de chaque semaine. L'importance serait seulement que les quinze émissions soient faites *régulièrement* à des dates et à des heures *fixées d'avance* et au cours d'un même mois, pour faciliter le classement des résultats.

Certains amateurs ne peuvent être à leur poste qu'un seul jour par semaine. Ils pourraient répartir leurs essais sur tous les samedis, par exemple, d'un groupe de quatre mois à fixer et pouvant constituer une sorte de « saison » radiotélégraphique plus ou moins favorable, comme « novembre-décembre-janvier-février » ou « juillet-août-septembre-octobre ».

Même dans de très mauvaises conditions, on peut arriver à passer un message avec de nombreuses répétitions. Il conviendrait sans

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du vendredi 12 décembre.

Liste des nouveaux sociétaires.

- MM. Berg (Charles), ingénieur electricien, 16 boulevard Latour Maubourg
Paris (VII)
Routin, ingénieur 2 rue Olchanski, Paris (XVI)
Primo Carmassi, via Palestro 1, Pisa (Italie)
Gares (Paul), étudiant 2 place d'Anvers, Paris (IX)
Bouteiller (A.), lieutenant de vaisseau torpilleur *Mécanicien* *Impérial*
Lestin Brest
Descotes (Pierre), directeur de l'Observatoire San Calixto 1, Paris
(Bolivie)
Lumière (Louis), industriel membre de l'Institut, 212 cours G. Clémenceau
à Lyon
Kennelly (A.-E.), professeur à l'Institut de technologie de Massachus-
setts (États Unis)
Dunoyer (Louis), maître de conférences à la Sorbonne 48, rue de
Neuilly (Seine)
Tinant (Henri), ingénieur des ponts et chaussées, 175 rue du Faubourg-
Poissonnière Paris.
Jaloustre (Léon) ingénieur conseil ancien élève de l'Ecole Polytechnique
supérieure 14 rue de la Pépinière Paris (VIII)
Fleischel (Gaston), ingénieur-constructeur, Bleneau
Nodon (Albert), docteur es sciences 12 rue de Moulins Bordeaux

Communications

Communication de M. COLMANT.

Compte rendu d'une série d'essais sur ondes courtes.

Ces expériences encore en cours, ont été commencées entre Paris et Alger au début de l'année.
Elles portent sur l'échelle 180 mètres à 25 mètres.

Communication de M. BARTHÉLEMY.

Henrymètres, Capacimètres, Tellurohmmètres à lecture directe.

Mesure, en courant alternatif, des Inductances, Capacités, Resistances de terre.
Indications instantanées par un appareil à déviation. — Application aux mesures en T.

doute, pour unifier les résultats et pour rester dans les conditions d'un trafic usuel de n'autoriser qu'une seule répétition, soit « les mots deux fois », soit la répétition du message complet au gré des opérateurs.

Pour ne pas admettre un nombre infini de catégories selon la distance, la puissance et la longueur d'onde il faudrait certainement diviser en bandes ou en « tranches » ces diverses conditions d'émission, par exemple pour la distance, de dix en dix kilomètres jusqu'à cent kilomètres, cent en cent kilomètres jusqu'à mille kilomètres, et ensuite de mille en mille kilomètres.

Comment faudrait-il évaluer la puissance ? Puisqu'il s'agit de conditions pratiques ou le rendement économique joue un rôle des plus importants, n'est-ce pas l'évaluation de la puissance totale consommée au compteur qui semble la plus indiquée ? Elle aurait l'avantage de favoriser les concurrents qui emploient des appareils à bon rendement, et non ceux qui marchent « à grands coups de kilowatts » pour compenser les mauvaises conditions de fonctionnement où ils opèrent. La méthode de mesure serait, de plus, uniforme et à la portée de tous. Ceux qui se servent de batteries de piles ou d'accumulateurs verraient leur puissance dotée d'un certain coefficient basé sur le rendement moyen d'une batterie d'accumulateurs et de son dispositif de charge.

Sur ces divers points et sur tous autres analogues, nous serions heureux de recevoir des avis et des conseils pratiques, afin de rendre aussi intéressants et aussi utiles que possible ces essais de « trafic », si l'idée que nous soumettons rencontre un accueil favorable.

D. Pierre CORRET (S.A.E.)

Réunion du mercredi 11 février

Communications probables.

Communication de MM. DAVID, DUFOUR et MESNY.

Étude oscillographique de la superréaction.

Communication de M. CHANTON.

Compte rendu d'essais sur les ondes courtes.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Résultats des récents essais du poste d'expériences SAB. — 1^o Contrairement à ce que l'on croyait généralement jusqu'à présent, il est possible et même facile de recevoir les amateurs américains des 21 h Greenwich. Nous les entendons régulièrement depuis plusieurs jours à cette heure en employant une lampe haute fréquence et une détectrice; l'intensité de réception atteint souvent R7. Les chercheurs entre 70 et 85 mètres de longueur d'onde. Nous avons pu, à plusieurs reprises, nous faire entendre en Amérique et effectuer la communication bilatérale des 21 h sur ondes variant de 50 à 100 mètres. Nous avons lieu de croire que c'est la première fois que des signaux d'amateurs européens sont reçus en Amérique de jour. À 21 h Greenwich, il est, en effet, 16 h (heure de la côte Est) pour notre correspondant. C'est le moment du coucher du soleil et il fait encore jour pour lui.

2^o En pleine nuit (4 h Greenwich, nos signaux de 50 mètres de longueur d'onde sont reçus en Amérique deux fois plus forts que nos signaux de 90 mètres, tandis qu'à 21 h Greenwich ils sont reçus quatre fois plus forts que ceux de 90 mètres. Ce point est très intéressant et permet d'espérer pouvoir appliquer les ondes très courtes aux communications à grande distance de jour comme de nuit. Il

permettra aussi peut-être d'étendre nos connaissances actuelles sur la propagation des ondes hertziennes.

3^o Continuant nos recherches sur ondes courtes, nous avons transmis cette nuit 27 novembre (5 h Greenwich) sur 40 mètres de longueur d'onde à destination de l'Amérique. On nous a immédiatement signalé d'Hartford, Connecticut, que nos signaux étaient reçus très forts sur cette onde — L. DELOY.

Transmissions américaines sur ondes courtes. — La station NKF du Laboratoire de recherches radiotélégraphiques de la Marine des États-Unis à « Bellevue », Anacostia, D. C. fait régulièrement des émissions sur ondes courtes dans les conditions suivantes.

Sur 54 m. 30 les mardis, jeudis et samedis de 1 h à 1 h 10 m et de 2 h à 2 h 10 m (Greenwich).

Entre 72 mètres et 82 mètres les mardis, jeudis et samedis, de 1 h 30 m à 1 h 40 m et de 2 h 30 m à 2 h 40 m (Greenwich). La longueur d'onde exacte est annoncée à chaque émission.

Sur 54 m. 50 et sur 32 mètres transmission simultanée sur ces deux longueurs d'onde, tous les jours, sauf le lundi (trafic avec la station NPL) à partir de 3 h (Greenwich).

D'autre part, l'amateur bien connu

M. J. L. Reinartz, indicatif 1 X A M, 371 Hartford Rd, South Manchester, Conn., transmet tous les jours, en émission semi-automatique

Sur 25 metres : de 23 h à 24 h (Greenwich).

Sur 55 metres : de 0 h à 1 h (Greenwich)

Les amateurs qui recevaient ces émissions sont priés d'en envoyer un compte rendu aussi complet que possible soit aux adresses indiquées ci-dessus, soit à M. Mesny secrétaire général de la Société des Amis de la T S F, 21, rue Jacob, Paris (VI^e). Mentionner la date, l'heure et la minute de la réception, la longueur d'onde, l'intensité de la réception, sa régularité, les brouillages, les parasites, les affaiblissements et les conditions atmosphériques.

Le certificat d'opérateur radiotélégraphiste et radiotéléphoniste. — Les amateurs autorisés à transmettre sont, depuis quelque temps, astreints à passer un examen d'opérateur radiotélégraphiste ou radiotéléphoniste selon qu'ils desiront transmettre en télégraphie ou en téléphonie. Un certificat leur est remis, sur lequel doivent être biffées les indications relatives à la téléphonie, pour l'opérateur radiotélégraphiste, et inversement.

Lorsque l'opérateur désirait être *a la fois* radiotélégraphiste et radiotéléphoniste, il recevait jusqu'ici *deux* certificats *identiques* portant tous deux les indications relatives à la télégraphie et à la téléphonie, mais sur l'un d'eux devaient être biffées les lignes se rapportant à la télégraphie et sur l'autre celles concernant la téléphonie. Comme chaque certificat doit être revêtu du « timbre de dimension », les frais étaient, de ce fait, doubles.

A la suite d'observations qui lui ont été soumises par un de nos lecteurs, qui trouvait peu logique de supprimer d'un certificat des mentions utiles pour les reporter sur un autre identique, et de supprimer de cet autre les indications conservées au premier, l'administration des P. T. T. a bien voulu reconnaître qu'en effet « la texture du certificat ne s'oppose pas » à ce qu'il puisse servir *a la fois* pour la radiotélégraphie et pour la radiotéléphonie, et elle a rétabli sur le certificat unique de cet amateur les mentions concernant la téléphonie qu'elle en avait d'abord supprimées.

Il est donc probable que désormais un seul et même certificat servira pour la télégraphie *et* pour la téléphonie. Il suffira de n'y biffer aucune indication.

AVIS

En raison de la hausse persistante des matières premières, les **POSTES RED** se voient dans l'obligation d'augmenter de 10 % le prix du **CABLE RÉDA** à partir du 10 janvier.
