

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 39 (1966)  
**Heft:** 6  
  
**Artikel:** Explosions nucléaires et télécommunications  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-563349>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

damit vermieden wird, dass irgendwo mehr als 3 Umsetzer hintereinander geschaltet werden müssen. Tatsächlich ist die Bildqualität beim Schwarz-Weiss-Fernsehen nach 3 Umsetzern schon merkbar beeinträchtigt, für das Farbfernsehen ist der 3. Umsetzer schon kritisch.

Ein Sendernetz wie das schweizerische besteht deshalb notwendigerweise aus richtstrahlbedienten Hauptstationen, die an Orten aufgestellt werden, wo eine möglichst grosse Reichweite erzielt werden kann. Von diesen Basisstationen aus lassen sich dann die noch unbedienten Zonen durch das erwähnte Umsetzernetz versorgen. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, sind jeder Station zwei Kanäle zugeteilt, die nahe beieinander liegen, damit die zwei zusätzlichen Programme mit derselben Antenne gesendet und empfangen werden können.

Ausserdem ist es nun nicht mehr schwierig, die Grenzen des Fernempfangs, d. h. für uns der benachbarten ausländischen Sender zu erkennen. Die vorhandenen Kanäle erlauben die Versorgung jedes Punktes in Europa mit 3 Programmen (1 Programm Band I/III, 2 Programme Band IV/V). Diese Programme müssen gezwungenermassen durch Sender im eigenen Land ausgestrahlt werden. Es ist klar, dass in der Grenzzone zweier Versorgungsgebiete unterschiedlicher Nationalität, eine gewisse Überschneidung auftritt.

Die Schweiz, verglichen mit den Nachbarländern, von kleinerer Ausdehnung, ist in dieser Beziehung ein bevorteiltes Land, enthält es doch zahlreiche Mischzonen, in denen ausser den eigenen, noch die ausländischen Programme empfangen werden können. Die Grenzen dieser Mischzonen sind ganz zufällig: einmal werden sie durch ein topographisches Hindernis, ein andermal durch einen störenden Sender gezogen (geschützte Mindestfeldstärken!). Da viele Einwohner in solchen Mischzonen leben, wären die andern, die es nicht tun können, keine guten Schweizer, wenn sie nicht reklamieren würden. Um aber ihrem Wunsche entgegenzukommen, bliebe nichts anderes übrig, als hierfür die Kanäle der zweiten und dritten Kette zu opfern und so auf unserem Gebiet die Programmnetze der Nachbarn auszudehnen.

Abgesehen davon, dass ein solcher Entscheid als Politikum nicht im Ermessen der PTT-Betriebe steht, kann man sich die Zahl der Schwierigkeiten einer solchen Massnahme leicht vorstellen. Dazu äusserte sich der Vorsteher des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements, Bundesrat R. Gnägi, kürzlich an einer Pressekonferenz wie folgt:

«Ich habe in letzter Zeit manchmal den Eindruck, dass man sich über die Verantwortlichkeiten zu wenig Rechenschaft gibt. Der Bundesrat hat die PTT mit dem Aufbau eines nationalen schweizerischen TV-Netzes beauftragt und die Programmgestaltung der Schweizerischen Radio- und Fernsehgesellschaft anvertraut. Massgeblich für die Entscheidungen staatspolitischer Natur bleibt einzig und allein der Bundesrat. Ihm steht der Entscheid darüber zu, wie die der Schweiz durch den Stockholmer Wellenplan zugeteilten zwei zusätzlichen TV-Ketten zu verwenden sind. Dasselbe gilt für die viel diskutierten Ausland-Umsetzer.»

Hans Acker, Radio- und Fernseh Abteilung der GD PTT, Bern

### Literaturnachweis:

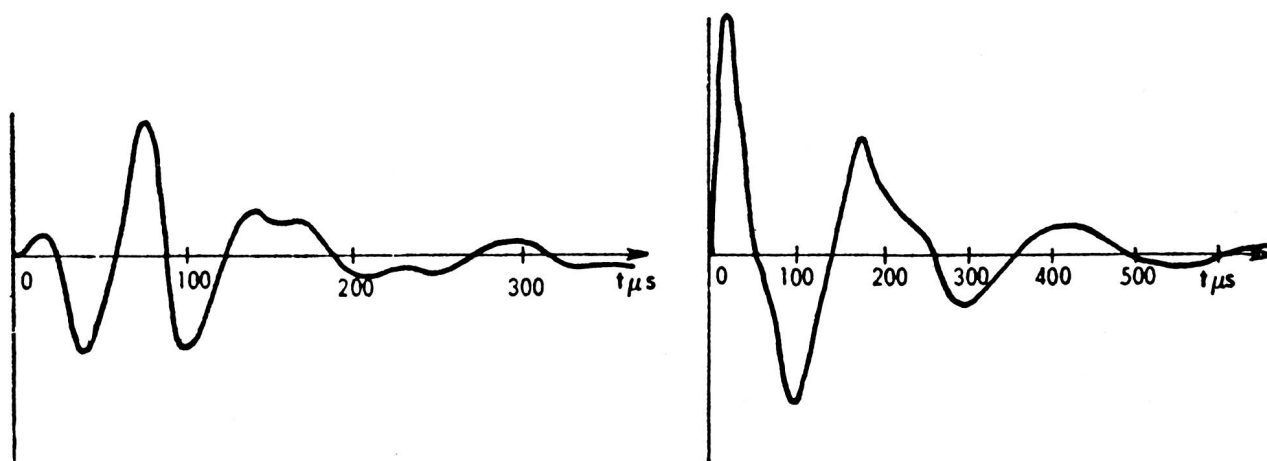
W. Klein: Die wichtigsten Ergebnisse der europäischen Rundfunkkonferenz Stockholm 1961. Techn. Mitt. PTT 39 (1961), Nr. 12, S. 425...437.

M. Apothéloz: Das schweizerische Fernsehnetz. Techn. Mitt. PTT 41 (1963), Nr. 11, S. 402...409.

### Les effets électriques des explosions nucléaires

Si les effets mécaniques, thermiques et radioactifs des explosions nucléaires ont fait l'objet de nombreuses études, depuis vingt ans que la première expérience de ce genre a été effectuée, et tiennent une place considérable dans la littérature militaire ou technique, les effets électriques sont moins connus. Ils ont cependant été mis en cause, il y a quatre ans environ (1) puis de nouveau plus récemment (2), d'une façon qui a provoqué une émotion, peut-être exagérée, dans l'opinion américaine. Il n'est pas facile de se faire une idée nette de cette question parce que les recherches qui la concernent sont encore placées, pour la plupart, sous le sceau d'une classification élevée dans la hiérarchie du secret.

En fait, dès 1949, le Professeur Y. Rocard (3) avait suggéré qu'une explosion puissante ayant lieu dans l'atmosphère devrait engendrer un «signal radioélectrique». On sait d'ailleurs que les explosions classiques, de nature chimique, donnent lieu, dans certaines conditions, à une émission d'ondes radioélectriques. Mais dans le cas des explosions nucléaires, les effets sont d'un autre ordre, non seulement en raison des puissances mises en jeu mais aussi par suite de l'apparition de phénomènes particuliers. La principale cause de l'émission radioélectrique est ici l'ionisation de l'air par les rayons gamma qui prennent naissance dès le début de la réaction nucléaire. Ces rayons, qui sont des photons de grande énergie, chassent les électrons des atomes qu'ils heurtent. C'est ce qu'on appelle l'effet Compton. Dans l'air, à basse ou à moyenne altitude, les électrons ainsi libérés (électrons primaires) donnent lieu, à leur tour, par collision avec les atomes et les molécules environnantes, à une génération d'électrons secondaires très importante, de sorte que, en un temps très court, le milieu ambiant renferme un nombre considérable de particules chargées par unité de volume. Ce milieu, qu'on appelle un plasma, est alors le siège de forces dues au champ électrique créé par la libération des charges. Sous l'influence de ces forces les particules chargées oscillent en rayonnant une onde électromagnétique jusqu'à ce que les particules de signes contraires se soient recombinées en atomes et molécules neutres. On notera d'ailleurs que, si l'explosion se présentait avec une symétrie sphérique parfaite, l'effet d'ensemble serait nul, la contribution de chaque particule oscillante étant rigoureusement annulée par une contribution de sens inverse de la particule symétrique. Mais cette symétrie parfaite n'est jamais réalisée; en particulier elle ne peut l'être lorsque l'explosion a lieu au voisinage du sol et, dans ce cas, on doit s'attendre à un rayonnement radioélectrique important. A notre connaissance, l'enregistrement d'un tel rayonnement a été signalé pour la première fois en 1958, par le savant russe Leypunski, à la conférence des experts chargés d'étudier les moyens de déceler la violation d'un accord sur la suspension d'expériences nucléaires (4). Dans une autre publication (5) le savant russe A.S. Kompaneets à d'ailleurs, vers la même époque, présenté la théorie que nous avons esquissée ci-dessus. La figure 1 représente le «signal» reçu à 3000 km du point d'explosion; on voit qu'il a une forme impulsive et qu'il ressemble à l'enregistrement d'une décharge atmosphérique. Mais il faut remarquer que la forme du signal enregistré dépendra de la distance à laquelle se trouve le récepteur du point d'explosion, car cette forme est subordonnée aux défor-



«Signal» de l'explosion d'une bombe enregistré à 3000 km.

«Signal» d'un éclair d'orage enregistré à 1000 km.

Fig. 1. Comparaison des «signaux» donnés par une explosion nucléaire et par une décharge atmosphérique (d'après le procès-verbal n° 15 de la conférence des experts).

mations que lui imposent les lois de la propagation radio-électrique sur le parcours des ondes. En France, le Professeur Delloue (6) a signalé la détection, à 2500 km de distance, de l'impulsion électrique d'une bombe nucléaire explosant au Sahara.

Il faut attendre l'édition de 1962 du manuel américain concernant les effets des armes nucléaires (7) pour voir la question exposée de façon systématique. Un chapitre entier est, dans cette édition, consacré à l'impulsion électromagnétique des bombes nucléaires et à ses effets en matière de radiocommunications et de radiodétection. Depuis la parution de cet ouvrage ont eu lieu de nouvelles expériences dont certaines conséquences, dans le domaine qui nous occupe, ont été notées par divers observateurs.

Un autre mode de génération d'impulsions électromagnétiques doit se rencontrer dans le cas des explosions effectuées à haute altitude. Dans ce cas, les matériaux constituant l'engin sont projetés à très grande vitesse et peuvent atteindre de très grandes distances, la matière extrêmement ténue du milieu où se produit l'explosion n'opposant à peu près aucun obstacle à leur déplacement. Le plasma constitué par ces débris de l'explosion déforme violemment le champ magnétique terrestre dans la zone qu'il occupe et de l'interaction du plasma et du champ naît une «onde hydrodynamique». Cette onde se propage dans toutes les directions, et dans l'atmosphère inférieure, elle apparaît sous forme d'une onde électromagnétique ordinaire. Il est probable qu'un phénomène analogue se produit dans le cas des explosions souterraines. Mais le déplacement des résidus est alors très faible et, en conséquence, l'onde électromagnétique créée ne doit être détectable qu'à de faibles distances.

#### Caractères de l'impulsion électromagnétique

Quelle que soit son origine, l'impulsion électromagnétique se présente, avons-nous dit, comme un «signal» dont les caractéristiques

ressemblent à celles d'une décharge atmosphérique. Les composants spectrales les plus intenses sont situées dans la gamme des très basses fréquences hertziennes, sont approximativement entre 10 et 30 kHz. L'intensité de l'impulsion croît très peu avec la puissance de l'explosion; sa valeur est grande, même pour les explosions de faible puissance effectuées au voisinage du sol. La durée de cette impulsion est de l'ordre de grandeur du millième de seconde mais il faut tenir compte, dans l'appréciation de cette durée, des conditions de réception. En particulier si l'impulsion est reçue à grande distance du point d'explosion, la propagation des ondes dans l'atmosphère terrestre ajoute au signal initial des échos dus à des réflexions sur les couches ionisées de la haute atmosphère et sur le sol. Les ondes, pour une explosion effectuée au voisinage du sol, sont polarisées verticalement. Mais si l'explosion nucléaire est susceptible d'engendrer un rayonnement hertzien que l'on a effectivement mis en évidence dans l'air, on peut penser qu'un phénomène semblable se produira dans le sol. Sans doute, en raison de la nature très particulière du milieu et spécialement de sa conductivité, le sol absorbera rapidement l'énergie ainsi engendrée et les effets seront surtout sensibles aux très courtes distances. Pour une explosion ayant lieu au voisinage de la surface terrestre, l'effet résultant dans l'air est celui d'un mouvement oscillatoire de charges électriques dans le sens vertical. Ce mouvement des charges doit appeler un mouvement correspondant dans le sol situé à proximité immédiate. On s'attend donc, si le sol est homogène, à y voir circuler des courants dirigés radialement par rapport à la projection sur le sol du point d'explosion. L'existence de tels courants a été effectivement constatée. Des expérimentateurs français ont mis en évidence (8) le courant total engendré, ou au moins une fraction importante de ce courant. Pour cela ils ont garni le sol, sous le centre de l'explosion, d'un «tapis» métallique de grande étendue relié, par un conducteur de forte section, à une prise de terre éloignée. La valeur de crête du courant, dans ce conducteur, atteignait 150 000 ampères.

## Modification des propriétés de l'atmosphère

Si une explosion nucléaire donne lieu à une ionisation qui, dans certaines conditions, est génératrice d'ondes hertziennes, ces ondes ne sont pas la seule conséquence qui doit intéresser les exploitants des télécommunications. L'ionisation peut, en effet, parfois s'étendre à de vastes zones de l'atmosphère terrestre dont elle altère les propriétés qui régissent la propagation des ondes.

Il nous faut ici rappeler sommairement quelques-unes de ces propriétés. L'atmosphère normale est déjà, dans certaines de ses parties, ionisée. C'est le rayonnement solaire qui en est principalement responsable. Les parties intéressées composent ce que l'on appelle l'ionosphère. Elle comprend plusieurs régions, dont les frontières sont d'ailleurs peu précises, que l'on désigne par les lettres D, E et F. Leurs propriétés sont fonction du nombre d'électrons libres qui s'y trouvent par unité de volume.

En dessous de 65 km d'altitude ce nombre est faible parce que la densité de l'air est assez élevée pour permettre une recombinaison rapide des ions positifs et négatifs que les rayonnements ionisants ont séparés.

Au-dessus commence la région D qui s'étend jusque vers 80 km d'altitude et où le libre parcours moyen des particules est suffisamment grand pour qu'une ionisation permanente y soit entretenue mais où également la densité des particules neutres est encore telle que les collisions y sont fréquentes. En conséquence, l'interaction des ondes hertziennes et des électrons dans cette région se traduira surtout par une absorption de l'énergie des ondes communiquée d'abord aux électrons puis perdue par ceux-ci au cours de collisions.

Entre 80 km et 130 km environ est située la région E dont l'ionisation est plus forte que celle de la région D et où l'absorption des ondes est beaucoup plus faible.

Au-dessus de 130 km d'altitude commence la région F où la durée de vie des électrons libres est très grande. Son ionisation est donc forte et se maintient la nuit, mais elle est alors moins intense que le jour.

Cette répartition de l'ionisation suivant l'altitude est, on le sait, responsable de la réfraction que subissent les ondes hertziennes lorsqu'elles parviennent dans l'atmosphère supérieure, réfraction qui peut les renvoyer vers le sol et permettre, pour certaines gammes d'ondes, de très grandes portées.

L'altération des propriétés de l'atmosphère est causée par certains produits de la réaction nucléaire, à savoir :

- les rayons gamma et les neutrons au moment de l'explosion,
- les rayons X et les rayons ultra-violettes présents dans l'émission thermique initiale,
- les rayonnements bêta et gamma résiduels.

L'action de ces particules ou rayonnements est notablement différente suivant l'altitude à laquelle se produit l'explosion.

1. Explosions à faible altitude (en dessous de 15 km). — L'altération est limitée à la boule de feu et à une sphère de quelques centaines de mètres de rayon autour d'elle, par l'action

des rayons gamma initiaux ainsi que des neutrons et des rayons X thermiques. L'ionisation ne dure que quelques secondes car, à ces altitudes, la recombinaison des ions est rapide. Pendant ce temps il peut y avoir absorption des ondes traversant la région ionisée dont les dimensions sont faibles. L'effet est donc fugace et très limité dans l'espace.

Cependant le nuage des résidus qui s'élève rapidement avec la boule de feu contient des éléments fortement radioactifs qui ionisent les environs par rayons bêta et gamma. Mais, là encore, l'effet sera très limité, à cause de la densité de l'air aux basses altitudes, si le nuage ne s'élève pas à quelque 30 km ou davantage. Il n'en est plus de même si la puissance de l'explosion (de l'ordre de la mégatonne) permet au nuage de dépasser cette altitude. Les rayonnements émis vers le haut vont alors se propager très loin, atteindre la région D de l'ionosphère où l'effet d'ionisation supplémentaire pourra se prolonger pendant plusieurs heures.

2. Explosions à moyenne altitude (15 à 65 km). — Dans ce cas, les rayonnements gamma et les neutrons initiaux et, à un moindre degré, les rayons X thermiques atteignent la région D dont ils renforcent l'ionisation dans toute la partie située en vue directe du centre de l'explosion, jusqu'aux limites imposées par la courbure de la terre. La boule de feu, en s'élevant, transporte le nuage radioactif à des altitudes plus élevées encore et les résidus radioactifs pourront, dans ces conditions, étendre très loin l'ionisation supplémentaire. Ainsi, pour une bombe de 1 mégatonne explosant à 35 km d'altitude, le nuage montera jusqu'à 70 km et les rayons gamma résiduels ioniseront l'air extrêmement raréfié jusqu'à des distances de plusieurs milliers de kilomètres.

3. Explosions à haute altitude (au-dessus de 65 km). — L'ionisation par les rayons gamma et les neutrons s'étend alors instantanément à toute la région D dans la mesure où le permet la courbure de la terre. De plus, les rayons X et les rayons ultra-violettes jouent maintenant un rôle important dans l'ionisation parce que leur propagation peut s'étendre davantage dans l'air raréfié et parce qu'ils représentent alors une proportion considérable de l'énergie libérée par l'explosion. La répartition de cette énergie entre les différentes formes qu'elle peut prendre (énergie mécanique, énergie thermique, rayonnements divers) dépend, en effet, de la nature du milieu ambiant et, à haute altitude, elle est en majorité transférée aux rayons X. Enfin, la boule de feu, en raison de l'accroissement brutal de la température, provoque une variation de pression que la gravité n'équilibre plus et elle se trouve, en quelque sorte, projetée à très grande vitesse (plus de 1 km par seconde) à des hauteurs atteignant plusieurs centaines de kilomètres. Les débris vont alors retomber assez vite d'abord, plus lentement ensuite, et entretenir une ionisation qui s'étendra très loin pendant un temps appréciable. Si l'explosion a lieu à plus de 100 km d'altitude, une partie des débris, ne rencontrant aucune résistance, pourra s'échapper définitivement de l'atmosphère.