

# Le fonctionnement du système à ondes dirigées R-915

Autor(en): **Troyanov, Cyril**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **62 (1989)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-561928>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

die defekte Baugruppe zu ersetzen und das System ist wieder einsetzbar.

Dieser Vorteil lässt sich natürlich nur dann ausspielen, wenn die defekte Baugruppe tatsächlich gefunden wird. Auch diesem Umstand wurde bei der Entwicklung Rechnung getragen. Die vielstufigen Sende- und Empfangspfade sind hinsichtlich der Signalpegel und -frequenzen streng reziprok aufgebaut. Damit wird es möglich, auch ohne Gegenstation eine einzelne Station zu überprüfen, indem Testschlaufen geschaltet werden. Beginnend bei der basisbandseitigen Schnittstelle lassen sich sukzessive Paare von Sender- und Empfängerbaugruppen kontrollieren und so Fehler lokalisieren.

Diese Testschlaufen und die dazu notwendigen Hilfssignalgeneratoren sind bereits in den Geräten angelegt und werden vom internen Rechner auf Befehl aktiviert. Dabei wird zwischen mehreren Stufen unterschieden:

Ein Funktionstest gestattet dem Bediener (Pionier), die Station zu überprüfen. Dazu wird keine Antenne angeschlossen. Dieser Test ist beispielsweise schon beim Fassen der Anlage im Zeughaus durchführbar und dauert etwa eine Minute.

Während dem Betrieb überwacht sich die Station selber und meldet Unregelmässigkeiten mit den schon erwähnten Dringend- oder Nichtdringendalarmen. Dabei werden stationsexterne und -interne Ursachen unterschieden. Nun kann der Bediener den Betriebstest auslösen. Dabei wird die Nutzverbindung unterbrochen, die ja bei einem Nichtdringendalarm nach wie vor besteht. Aus diesem Grund wird der Betriebstest manuell ausgelöst. Falls eine gegnerische Störung den Nutzdatenstrom blockiert, wird auch diese Ursache erkannt und dem Bediener angezeigt.

Nach diesem Betriebstest, für den keinerlei weitere Hilfsmittel erforderlich sind, ist der Fehler bis auf Stufe Gerät lokalisiert. Der Bediener kann das entsprechende Gerät austauschen und an einen Gerätemechaniker weiterleiten.

Der Gerätemechaniker seinerseits lokalisiert den Fehler bis auf Stufe Baugruppe. Dazu stehen ihm weitere, im System integrierte Tests zur Verfügung. Im Gegensatz zu den bereits

beschriebenen Tests handelt es sich hier um statische Tests. Das heisst, dass die verschiedenen Schlaufen erst auf expliziten Befehl hin aktiviert werden. Als Hilfsmittel werden eine funktionstüchtige Station, ein Werkzeugkoffer für Übermittlungsgerätemechaniker und ein Multimeter benötigt. Der Truppenhandwerker kann demnach auch unter feldmässigen Bedingungen arbeiten.

Anhand eines checklistenartigen Fehlersuchplanes aktiviert der Gerätemechaniker die diversen Testschlaufen und interpretiert die Resultate. Damit wird die defekte Baugruppe identifiziert. Der Baugruppentausch erfolgt mit wenigen Werkzeugen und fast durchwegs in kürzester Zeit. Mit einem anschliessenden automatischen Funktionstest kann die Reparatur zweifelsfrei abgeschlossen werden.

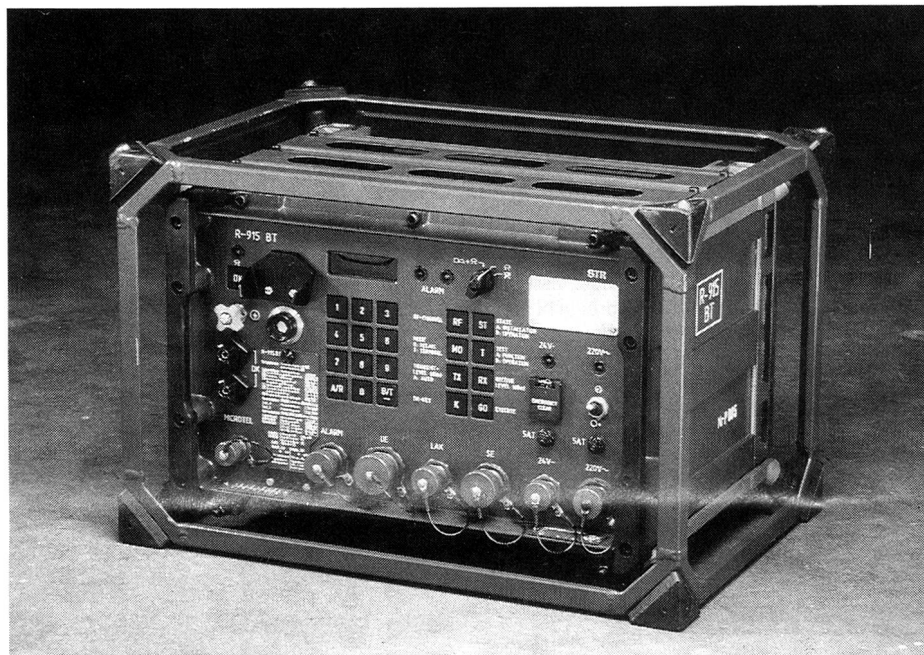
Die defekten Baugruppen werden nicht mehr vom Gerätemechaniker bei der Truppe repara-

tiert, sondern zurück zur Basis geschoben (Unterhaltsstufe III).

Mit diesem Unterhaltskonzept wird erreicht, dass eine ausgefallene Verbindung schnell wieder funktionstüchtig wird und dass der logistische Aufwand in der Nähe des Einsatzstandortes trotzdem klein bleibt.

#### EKF – Massnahmen und NEMP-Schutz

Ein weiteres, spezifisch militärisches Beurteilungskriterium eines Übermittlungsmittels ist dessen EKF-Resistenz. Naturgemäss werden genaue Angaben zu diesem Thema restriktiv behandelt. Es sei deshalb an dieser Stelle lediglich bemerkt, dass ESM-Massnahmen beim R-915 verwirklicht wurden. Ebenso wurden die einschlägigen Massnahmen getroffen, um die Station gegen NEMP-Schläge zu schützen.



Ansicht des Bedienungsteiles / La partie de service.

Traduit en français par Cyril Troyanov

## Le fonctionnement du système à ondes dirigées R-915

Résumé d'une conférence donnée dans le cadre du colloque «Krieg im Äther», à l'EPF Zurich, au mois de janvier 1989. (Les auteurs: Peter Stutz, Roland Häring et Martin Meyer, Standard Telephon und Radio AG)

### Réseau à ondes dirigées analogiques

Le système de transmissions à ondes dirigées fait partie du réseau de communications du haut commandement de notre armée, et ce pour une raison essentielle: ces transmissions sont mobiles, rapidement installées et ne sont pratiquement pas troublées lors de l'utilisation des armes. Les instruments peuvent être aisément protégés en terrain stable. Cependant une préparation minutieuse des lignes ainsi que leur attribution et la sélection des canaux à basse fréquence sont indispensables. Dans les années cinquante la station RB a été intégrée au réseau des troupes de transmission

ainsi qu'auprès des troupes d'aviation et DCA; plus tard, des stations R-910 ont également été introduites auprès de ces dernières. L'intégration de ces stations au système des transmissions a rendu possible la création d'un réseau à voies multiples aux côtés du réseau radio et du réseau fil.

En revanche, dans les corps d'armée et au sein des divisions, c'est un autre appareil – le SE-213 – qui a été introduit. Cet appareil fonctionnait à 350 MHz et était conçu à l'origine uniquement pour servir de relais en terrain accidenté; il faisait donc partie intégrante du réseau fil.

Au début des années septante, l'introduction de la station à ondes dirigées R-902 et de l'installa-

tion à voies multiples MK-5/4 au sein des équipes de transmission au niveau des corps d'armée et des divisions constitue un grand progrès. En effet, il devenait possible à ce niveau d'effectuer des communications simultanément sur plusieurs (4 ou 8) canaux au moyen d'un seul type de transmission. En outre, la qualité du son s'en trouvait améliorée du fait du nombre restreint de facteurs de perturbation.

Par rapport à l'état de la technique de l'époque, le MK-5/4 correspondait à un système en multiplexe de fréquences, en d'autres termes à une technique de transmission analogique.

Très vite, les réseaux R-902 et MK-5/4 ont montré des défauts inhérents à toute transmis-

sion radio non codée. Ces défauts augmentaient encore avec les progrès réalisés dans l'évolution de la conduite de la guerre électronique (CGE): les émissions pouvaient être écoutées! Des appareils de chiffage ont été installés sur les réseaux permanents; en revanche, sur le réseau mobile R-902, une telle solution s'est révélée impossible, les instruments nécessaires étant trop encombrants. Pour ces raisons, ces canaux à ondes dirigées, bien qu'étant de très haute qualité, ne pouvaient être utilisés que de façon très limitée à un si haut niveau.

## Réseau digital à ondes dirigées

Une solution pratique à ce problème de chiffage a été trouvée à partir du moment où – sur un plan technique – les transmissions pouvaient être effectuées en mode digital.

D'une part ce nouveau type de transmissions permettait un chiffage à la fois simple et efficace des signaux d'émission, et d'autre part une transmission facile des données. En outre, le nombre de canaux pouvait être augmenté de façon considérable.

Dès le milieu des années septante, la modernisation du réseau à ondes dirigées et la mise en place d'un mode digital de transmission étaient mises en route par:

- la transformation des R-902 existants en système de transmission digital,
- la mise au point et le développement du Multiplexer MK-7,
- la mise au point et le développement de l'appareil de chiffage de faisceaux CZ-1,
- la mise au point et le développement de la station à ondes dirigée R-915. Ce projet fait partie du programme RIMUS (cf. PIONIER 10/87).

Le but poursuivi est d'intégrer – dans le cadre de la mise en place du réseau digital à ondes dirigées – des centraux de liaison automatique en lieu et place des centraux manuels existants (Projet Système de Transmission Militaire Intégré [STMI]).

Techniquement, les différents instruments se présentent de la façon suivante:

Le MK-7 concentre 15 canaux de 32 kBit/s chacun sur un faisceau de 512 kBit/s. Les différents canaux sont soit analogiques et vont donc être «digitalisés» (delta-modulation), soit exclusivement destinés à la transmission de données. Jusqu'à quatre «multiplexer» peuvent être placés en cascade, ce qui crée un faisceau de 60 canaux d'un volume de données de 2 MBit/s. Ensuite le faisceau tout entier est chiffré au moyen d'un CZ-1 et transmis par câble F-4. A l'autre extrémité du câble se trouve la station à ondes dirigées R-902 (512 kBit/s, c.-à-d. 15 canaux) ou R-915 (2 MBit/s, c'est-à-dire 60 canaux).

## Réalisation du programme militaire de transmission intégré

La réalisation d'un système de transmission militaire intégré est en cours. Elle doit être réalisée en trois étapes:

### 1ère étape

Modification du R-902 en installation de type digital et intégration du MK-7 et du CZ-1 dans une partie du réseau R-902-MK-5/4 existant. Ainsi, le nombre de canaux chiffrés, et donc

impossible à intercepter, sera considérablement augmenté.

Les instruments nécessaires seront fournis dans le cadre du programme d'armement de 1994, l'introduction auprès de la troupe et son recyclage seront achevés cette année encore. De ce fait, la capacité de rendement du réseau à ondes dirigées augmentera sensiblement au niveau des corps d'armée et des divisions.

### 2e étape

Remplacement des stations RB, vieilles de 40 ans, en fonction sur les réseaux des commandements supérieurs des troupes de transmission, d'aviation et de DCA par des stations R-915 et mise à disposition de MK-7, de CZ-1 ainsi que des autres instruments nécessaires. Grâce aux 2 MBit/s de transmission, la capacité des canaux augmentera fortement. Bien entendu tous ces canaux sont chiffrés.

Ces instruments seront fournis dans le cadre du programme d'armement de 1988 et livrés à la troupe dès 1991.

### 3e étape

Extension des réseaux à ondes dirigées au niveau des corps d'armée et des divisions et intégrations des centraux automatiques dans ces réseaux. Ce programme – qui se déroule sous une forme semblable à l'étranger – est actuellement mis en place. L'acquisition du matériel nécessaire, y compris l'acquisition de nouvelles stations R-915, fera l'objet des prochains programmes d'armement.

Actuellement, nous nous trouvons au début de la deuxième étape.

La station à ondes dirigées R-915 deviendra ainsi un composant essentiel des futurs réseaux de transmission militaires. Elle est appelée à remplacer (dans le cadre du programme d'armement de 1988) les stations RB, aujourd'hui obsolètes, des troupes de transmission, d'aviation et de DCA. A un stade ultérieur elle devra assurer la majeure partie des transmissions du réseau des corps d'armée et des divisions qu'il est prévu d'équiper de centraux automatiques.

## La station à ondes dirigées R-915

Le système R-915 est une station à ondes dirigées destinée à l'armée. Il permet la transmission d'un volume de données de 2048 kBit/s sur un canal digital principal. En outre, il est équipé d'un canal de service chiffré. Une station peut servir de terminal, soit – si elle est jointe à une seconde station – servir de relais pour la transmission.

Afin de répondre aux divers besoins, il existe trois versions de la station R-915:

Modèle portable	R-915/t
Modèle fixe à voie unique	R-915/f 1+0
Modèle fixe à voie double	R-915/f 1+1

Une station R-915 se compose de plusieurs éléments: émetteur-récepteur, partie de service, antenne et accessoires. Contrairement à la station à ondes dirigées R-902, les composants de haute fréquence électronique ne sont pas intégrés à l'antenne parabolique. Cela limite le poids de l'antenne et permet, en cas de

besoin, de fixer cette antenne sur un mât. En outre, dès lors que le composant de haute fréquence électronique n'est pas exposé, il pourra être placé dans un endroit protégé.

L'émetteur-récepteur et la partie de service sont identiques sur les trois versions. En revanche, les composants de l'antenne – eux – sont différents, dans la mesure où l'on peut installer un plus grand réflecteur et utiliser un câble à haute fréquence plus long sur les stations fixes.

Dans la version portable tant la partie de service que l'émetteur-récepteur sont insérés dans une armature, tandis que sur la version fixe ces accessoires sont montés sur un châssis. Le modèle fixe permet d'effectuer une émission simultanée sur deux voies; ainsi les données figurant sur un canal sont transmissibles sur deux ondes différentes. Un commutateur sélectionne à chaque reprise le meilleur signal de réception et engage la transmission. En cas de changement d'ondes il n'y a pas un seul Bit de l'information qui soit perdu. Chaque onde fonctionne sur une fréquence différente. Une installation à voie double augmente de cette manière considérablement la fiabilité de la transmission tandis que les effets du fading, des perturbations courantes et des défauts techniques sont largement éliminés. En outre, une des deux stations peut être en révision sans que la transmission ne soit interrompue.

Selon l'antenne utilisée, les transmissions peuvent être effectuées sur des distances allant jusqu'à 120 km. En interposant deux relais, cette distance peut même être triplée. Il faut toutefois relever que l'utilisation d'un relais est avant tout prévue lorsqu'il est nécessaire de contourner un obstacle perturbant une liaison normale.

Le canal de service permet tant la communication orale que la transmission de signaux d'appel; il peut être prolongé jusqu'au MK-7. Les opérateurs n'ont pas besoin de rester postés en permanence auprès de la partie de service, ils peuvent accéder au canal de service depuis plusieurs endroits. Dans sa fonction radio, le canal de service est protégé par un code modifiable.

## Installation

Le fait que la station à ondes dirigées se compose de plusieurs éléments constitue un bon compromis entre les exigences de la technique d'une part et le besoin de maniabilité sur le terrain d'autre part.

Un seul câble relie la partie de service à l'émetteur-récepteur, dont l'alimentation est également assurée par ce biais. Grâce à son coffret étanche et à ses fiches de connexion, il est sans autre possible d'enterrer l'émetteur-récepteur et d'ainsi le protéger.

L'antenne est montée sur un trépied et assurée au moyen de haubans. L'alignement sur la station opposée s'effectue au moyen d'un appareil d'orientation qui peut se fixer directement sur le trépied et qui indique l'intensité du signal reçu. Cet appareil permet également de vérifier la puissance d'émission de l'antenne.

Il est possible de brancher un téléphone à une certaine distance de la partie de service au moyen d'une ligne bifilaire et d'avoir ainsi accès au canal de service même sans être à proximité.

Pour le transport, la station est démontée en huit parties dont la plus lourde pèse 36 kg. Le poids total s'élève à 200 kg environ.

Les éléments des stations fixes sont montés sur un châssis à l'épreuve des chocs. En utili-

sant des câbles de haute qualité, on peut éloigner l'antenne de l'émetteur-récepteur.

De plus grandes antennes permettent également d'augmenter la distance sur laquelle pourra s'effectuer la liaison radio.

L'alimentation s'effectue par un courant alternatif de 220 volts ou par un courant continu de 24 volts. La commutation (p.ex.: en cas de panne de réseau ou lors de la remise en fonction de celui-ci) s'effectue automatiquement sans que le fonctionnement de la station soit interrompu.

### Utilisation

L'opérateur peut contrôler et/ou modifier la fréquence des canaux, la clé du canal de service, le mode d'utilisation (Terminal/Relais) ainsi que la puissance d'émission.

En outre, deux tests des fonctions peuvent être enclenchés. Ceux-ci permettent d'effectuer un contrôle de la station avant sa mise en fonction et de déterminer les pannes en cas de défauts

de l'installation. Ces deux tests fonctionnent de façon entièrement automatique.

Afin de permettre un maniement simple, toutes ces fonctions sont assurées par un mini-ordinateur. Ceci permet une introduction des données sous la forme d'un dialogue et de déterminer leur plausibilité. Des essais effectués auprès des troupes d'élite montrent qu'il est tout à fait possible d'effectuer un recyclage sur le nouveau système d'émission à ondes dirigées dans le cadre d'un seul cours de répétition.

Le système R-915 possède un dispositif de contrôle automatique qui relève et signale les pannes, faisant toutefois une différence entre les alertes urgentes et non urgentes. Dans le premier cas, la transmission des données est interrompue. Ainsi une panne totale d'un émetteur-récepteur déclenchera une alerte normale en réseau à voie double et urgente en réseau à voie simple.

Les alertes déclenchent des signaux acoustiques et optiques; elles sont simultanément transmises sur le canal de service. Ainsi les

opérateurs peuvent également être atteints sur le CZ-1 ou lorsque le téléphone est éloigné.

La station peut totalement être télécommandée et surveillée à distance en utilisant des câbles F-4 ou au moyen d'autres signaux transmis à l'aide d'un ordinateur personnel. De ce fait, l'intégration de cette station dans le futur réseau des transmissions est garantie. Cette possibilité est offerte aux trois versions du système R-915; l'ordinateur peut être raccordé soit à la partie de service soit au CZ-1 correspondant. Le CZ-1 peut être éloigné; ainsi, il est tout à fait possible d'organiser la transmission et la surveillance simultanée de plusieurs liaisons au moyen d'un seul ordinateur central.

## Mesures qui permettent d'assurer une très grande disponibilité du système

L'utilisation d'un système à ondes dirigées à des fins militaires impose des exigences différentes de celles d'une utilisation purement civile. A titre d'exemple, citons les exigences plus sévères quant à la résistance aux conditions atmosphériques imposées par l'armée.

Un fonctionnement simple est d'importance capitale surtout si l'on doit tenir compte du fait que ces appareils sont destinés à être utilisés par une armée de milice. Dans ce contexte, ce n'est pas tant la formation de base que la compréhension spontanée des instruments après quelques années sans entraînement qui pose des problèmes. Le système de commande sous forme de dialogue tel qu'il a été mis au point sur le R-915 résoud ce problème.

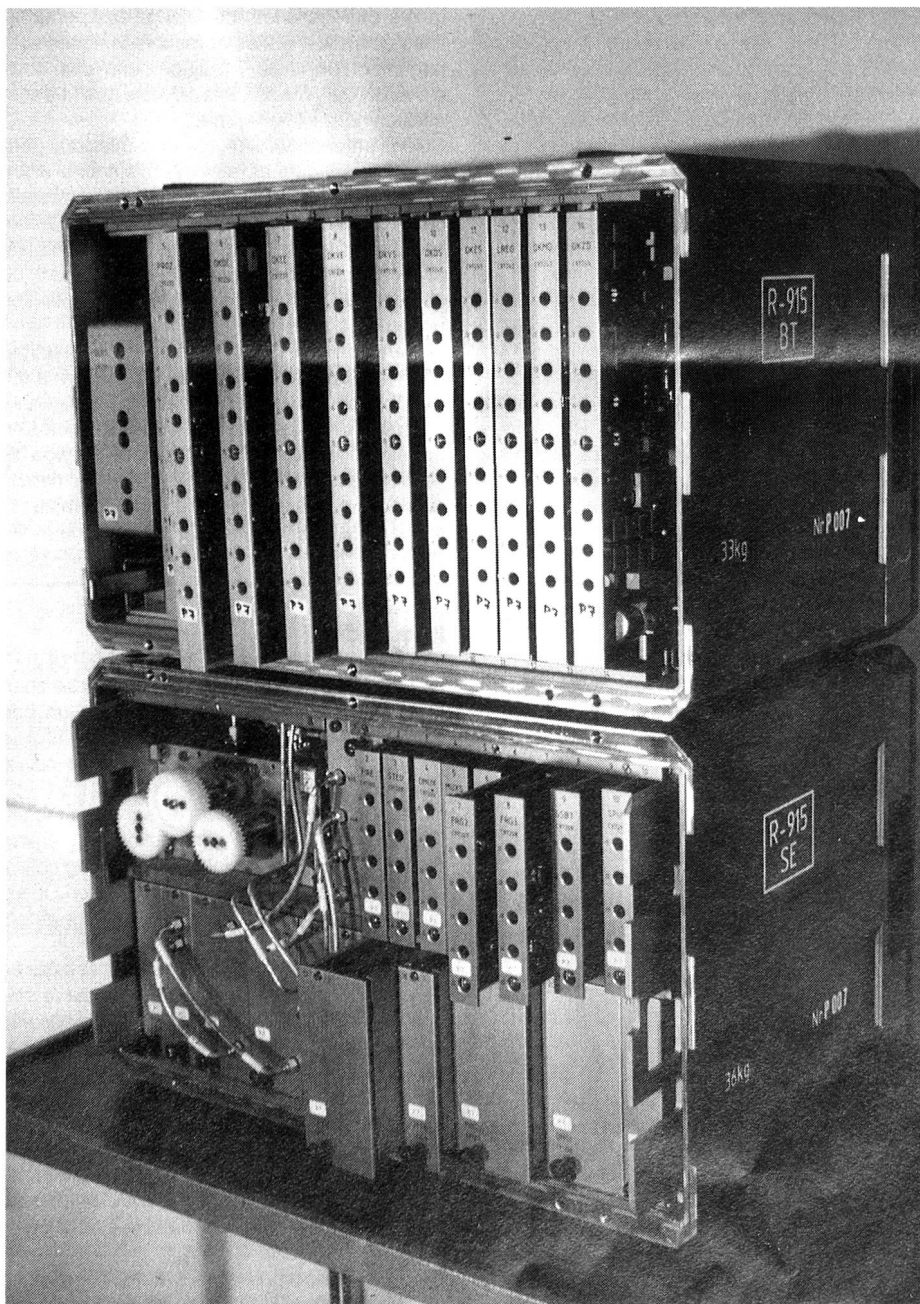
Il faut relever également une grande différence au niveau de l'entretien des installations par rapport à l'utilisation purement civile.

Tandis que le système R-915 a toujours été conçu comme station militaire, les critères logistiques particuliers à un tel usage ont déjà pu être pris en considération lors du développement du projet. Cela conduisit à l'élaboration du concept suivant:

Pour des raisons techniques et tactiques l'installation se compose de plusieurs parties: émetteur-récepteur, partie de service, antenne. A leur tour, les parties sensibles de l'émetteur-récepteur et de la partie de service sont séparées en modules: des unités qui, de par leur fonction, sont distinctes et qui par exemple comprennent un circuit intégré ou un groupe de filtres haute-fréquence. Chaque module est défini par rapport à sa fonction spécifique et peut être testé séparément. Tous les travaux de réglage se font au niveau de chacun des modules. En d'autres termes une fois les différents éléments installés, le système d'exploitation est immédiatement en mesure d'entrer en fonction; un réglage au niveau du système d'exploitation devient alors totalement inutile.

L'avantage d'un tel concept est évident. En cas de problème lors de la mise en service, il suffit de remplacer le module défectueux pour que le système soit à nouveau immédiatement opérationnel.

Bien évidemment, cet avantage n'en est véritablement un que lorsque le module défectueux peut être localisé. Cet aspect a également été pris en compte lors du développement du projet.



Innenansicht des Bedienungsteiles (oben) und des Sende-Empfängers (unten) / Vue intérieure de la partie de service (en haut) et de l'émetteur-récepteur (en bas).

Les installations d'émission-réception sont conçues de telle façon qu'il est possible d'en vérifier le fonctionnement sans disposer de stations de référence.

Ces tests de routine ainsi que les signaux de contrôle correspondants sont intégrés à l'appareil et sont activés sur commande par l'ordinateur de bord. A ce sujet, il faut distinguer plusieurs échelons:

Un test de fonction permet à l'utilisateur (un pionnier) de contrôler le fonctionnement de la station. A ce stade, l'antenne n'est pas raccordée. Ce test peut par exemple être effectué lors de la prise du matériel à l'arsenal et dure environ une minute.

En cours d'émission les tests automatiques se poursuivent et s'il y a des irrégularités celles-ci sont révélées par les signaux d'alertes urgent et non urgent dont il a été question auparavant. Il y a alors moyen de déterminer l'origine des défauts: pour ce faire, l'utilisateur doit enclencher le test de fonctionnement, il interrompt alors la transmission qui se poursuivait dans un cas ou l'alerte serait non urgente, par exemple. C'est pour cette raison que le test de fonction n'est pas automatique et doit être enclenché manuellement. Lors d'un blocage du flux des données dû à un brouillage, cette situation est reconnue par les instruments et signalée comme telle à l'opérateur.

Après avoir effectué ce test de fonctionnement qui ne nécessite aucun accessoire supplémentaire, la panne est localisée au niveau de l'appareil. L'opérateur peut alors effectuer un échange standard de l'appareil défectueux et remettre ce dernier au mécanicien.

Celui-ci est alors à même de localiser la panne jusqu'au niveau du module. Le système comporte divers tests qui lui permettent d'effectuer cette analyse. Il s'agit, au contraire des tests décrits jusqu'ici, de tests statiques; c'est-à-dire que les boucles de contrôle ne sont activées que sur ordre particulier. Les accessoires nécessaires à cet examen sont: une station en état de marche, une caisse à outils pour mécanicien sur appareils de transmission et un instrument de mesures multifonctions. L'artisan de troupe est donc à même de travailler sur le terrain.

Sur la base d'une «checklist» des pannes possibles, le mécanicien active les diverses boucles de test et, au vu des résultats, il peut identifier le module défectueux. L'échange d'un module peut être fait avec un minimum d'outils et en moins de temps qu'il ne faut pour le dire. Après la réparation, un nouveau test de fonction permet de vérifier très exactement l'état de l'appareil.

Les modules défectueux ne sont pas réparés par les mécaniciens affectés à la troupe mais sont renvoyés à l'arsenal.

Grâce à ce concept d'entretien, les liaisons peuvent être rétablies rapidement tout en limitant l'infrastructure logistique aux alentours du lieu d'exploitation.

### Mesures CGE et protection PEMN

Un autre critère de sélection spécifique à l'armée est celui de la résistance CGE. Par essence même, les détails relatifs à cette question doivent rester confidentiels, c'est la raison pour laquelle nous nous contenterons d'indiquer ici que les mesures nécessaires pour assurer la protection électronique du R-915 ont été prises.

De même, le dispositif nécessaire à la protection de la station contre les attaques PEMN est maintenant parfaitement au point.

## SE-225 – Appareil radio tactique suisse

**Ph. Vallotton.** Ci-dessous nous publions un article issu du rapport remis aux parlementaires des deux chambres fédérales. Cette publication ne cache pas les difficultés de mise au point de cet appareil et s'interroge sur les précautions à prendre pour la mise en chantier. Cette recherche avait été entreprise dans le désir de réaliser par l'industrie suisse une étude et un développement pour le futur. On se souviendra qu'une démarche équivalente sur les centraux téléphoniques avait abouti à la décision d'un arrêt de développement et la mort du projet.

**La lecture de cet article nous rappellera, si besoin est, les difficultés de la mise au point de technologies de pointe, la nécessité de recherches permanentes dans l'industrie tant civile que militaire; il ne doit pas pour autant porter à la déception et à la commande systématique à l'étranger; de récents succès (drones par exemple) nous rappellent la compétitivité de notre industrie.**

A l'échelon tactique, à côté des petits appareils radio suisses SE-125, notre équipement actuel d'appareils radio comprend essentiellement des SE-227 et des SE-412 développés aux USA. Ce matériel a été introduit au début des années soixante et complété plusieurs fois par des acquisitions subséquentes. Les appareils en question travaillent de manière conventionnelle, soit sur des canaux à réglage fixe. La protection des transmissions vis-à-vis des écoutes s'obtient aussi bien pour le SE-227 que pour le SE-412 par des appareils complémentaires de chiffrage. Seule une partie de ce matériel est cependant équipée d'appareils de chiffrage.

La vétusté de nos appareils radio, l'occupation toujours plus grande des fréquences et la menace électronique rendent nécessaire le remplacement de la génération actuelle d'appareils. Au cours de la première moitié des années novante, les appareils SE-227 et SE-412 les plus anciens auront 30 ans et devront dès lors être progressivement remplacés.

### Développement d'un nouvel appareil radio tactique suisse

Au cours des années soixante, on a pris conscience dans différents pays que l'engagement d'appareils radio à canaux sélectionnés pour les transmissions militaires deviendrait problématique avec le temps. Les raisons en étaient l'occupation croissante des fréquences disponibles, mais aussi l'évolution fulgurante de la technologie. Cette dernière permet désormais à l'ennemi de mener une guerre électronique efficace en explorant et en brouillant les communications. On s'est alors mis un peu partout à chercher des systèmes radio ne travaillant pas avec des canaux à réglage fixe.

En vue d'engager au mieux le potentiel d'armement disponible dans notre pays – le domaine des transmissions représentait à l'époque déjà un point fort en matière de politique d'armement – on s'est efforcé de développer un appareil indigène et d'associer assez tôt l'industrie suisse aux recherches effectuées dans cette direction par le Département militaire fédéral.

Les critères élevés posés à la nouvelle génération d'appareils radio exigeaient l'utilisation des technologies les plus modernes. On s'attendait à ce que les opérations prennent du temps et coûtent cher. Un développement dans notre pays, touchant des domaines technologiques totalement nouveaux, devait permettre à notre

industrie d'acquiescer un certain savoir-faire. Le 6 septembre 1967, la Commission de défense nationale de l'époque a approuvé un développement en Suisse, en décidant que celui-ci se ferait par étapes.

### Considérations d'ordre technique

Dès le début, deux conceptions fondamentalement différentes s'opposaient, à savoir *les systèmes à sauts de fréquences* et *les systèmes à adaptation*.

Avec *les systèmes à sauts de fréquences*, la fréquence change continuellement pendant la transmission, soit de 100 à plusieurs milliers de fois par seconde. Les avantages sont clairs: un adversaire a beaucoup plus de peine – pour autant qu'il y arrive – à tirer profit des signaux entendus ou à les brouiller, car les sauts de fréquences se font comme s'ils étaient dus au hasard. Ce n'est que lorsque pour une raison quelconque un nombre important des fréquences utilisées sont brouillées que la qualité des transmissions baisse. De tels brouillages peuvent provenir de l'adversaire, de la propagation des ondes mais aussi d'autres réseaux; en effet, les mêmes fréquences sont employées simultanément par plusieurs utilisateurs. Une rencontre par hasard de plusieurs fréquences est possible. Les systèmes à sauts de fréquences ont donc la caractéristique de pouvoir s'accommoder des brouillages dans une certaine mesure.

### Les systèmes à adaptation

choisissent automatiquement, pour chaque liaison, la fréquence parmi un choix donné de canaux en tenant compte des conditions de propagation des ondes du moment ainsi que des canaux occupés ou brouillés («choix du canal par adaptation»). Par une observation constante des fréquences, de tels appareils peuvent éviter les brouillages qu'ils repèrent. Le processus de choix se fait sans l'intervention de l'utilisateur. Des fréquences qui changent, conjointement à un bon processus d'identification camouflé et un chiffrement automatique des renseignements, offrent une protection certaine contre la guerre électronique. Même avec les systèmes à adaptation, de nombreux réseaux utilisent des secteurs de fréquences identiques. Lorsqu'ils établissent une liaison, les appareils choisissent cependant des fréquences non occupées. C'est ainsi que les fréquences sont