

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Band: 53 (1975)

Heft: 9

Artikel: Erfahrungen des ersten Betriebsjahres der Satelliten-Bodenstation Leuk = Expériences faites au cours de la première année d'exploitation de la station terrienne pour satellites de Loèche

Autor: Wehrli, Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875613>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.10.2024

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

Erfahrungen des ersten Betriebsjahres der Satelliten-Bodenstation Leuk

Expériences faites au cours de la première année d'exploitation de la station terrienne pour satellites de Loèche

Jürg WEHRLI, Bern

621.396.934:629.783:654.115.317.27.001.85(494)

Zusammenfassung. Nach Ablauf des ersten Betriebsjahres wird über die bisherige Bewährung der Anlagen, des Systemkonzeptes und der neu aufgebauten Betriebs- und Unterhaltsorganisation informiert. Die Erfahrungen sind mehrheitlich positiv zu werten, die Qualität der installierten Ausrüstungen ist als ausgezeichnet zu bezeichnen. Grosse Probleme ergeben sich jedoch in der Ausbildung des Betriebs- und Unterhaltspersonals wegen der unregelmässigen Arbeits- und Präsenzzeit.

Résumé. Cet article informe, après la première année d'exploitation, des expériences faites avec les installations, la conception du système ainsi que l'organisation d'exploitation et de maintenance mise sur pied. Les résultats étant en majeure partie positifs, on peut considérer que la qualité des équipements installés est excellente. Le fait qu'il est difficile de former le personnel d'exploitation et de maintenance en raison des heures de travail et de présence irrégulières représente un problème complexe.

Il primo anno d'esercizio della stazione terrestre per comunicazioni via satelliti di Loèche VS

Riassunto. Dopo il primo anno d'esercizio si pubblica un rendiconto dell'esperienza fatta con l'impianto, del sistema di concezione e della neo costituita organizzazione per l'esercizio e la manutenzione. Prevalgono le esperienze positive, la qualità e l'esecuzione degli impianti installati sono risultati eccellenti. Un importante problema rappresenta la possibilità d'istruzione che è ostacolata dagli orari irregolari di lavoro e di presenza del personale addetto all'esercizio e ai lavori di manutenzione.

1 Einleitung

Die Bodenstation Leuk hat am 9. Januar 1974 den durchgehenden Betrieb aufgenommen und steht über einen Intelsat-IV-Satelliten mit mehreren anderen Stationen der Atlantikregion in Verbindung. Die gegenwärtige Ausrüstung dient ausschliesslich dem internationalen Telefonverkehr, wobei aus Sicherheitsgründen nur etwa die Hälfte aller Gespräche mit den betreffenden Ländern über Leuk geführt wird.

Nach einem Jahr Betriebszeit scheint es angezeigt, die Betriebserfahrungen einer solch komplexen Anlage darzulegen.

Nähere Angaben über Bau und Technik der Bodenstation Leuk sind den im Literaturhinweis aufgeführten Beiträgen zu entnehmen.

2 Verkehr im Jahre 1974

Die Kapazität und damit die benötigte Übertragungsbandbreite der FM-Träger ist auf Vielfache von 12 Telefonkanälen ausgelegt, wobei die Information für mehrere Bodenstationen bestimmt sein kann. Dies führt zu wesentlich mehr Empfangs- als Sendeketten, in Leuk zum Beispiel sind es deren 4 beziehungsweise 2. *Tabelle 1* gibt Auskunft über die Zahl der Kanäle je Land und jene der dazu benötigten Send- und Empfangsträger.

Tabelle 1. Anzahl Kanäle und Träger je Land
Tableau 1. Nombre de canaux et de porteuses par pays

Land Pays	Kanäle Canaux	Sendeträger Porteuse émission	Empfangsträger Porteuses réception
USA	90	1	2
Kanada - Canada	9		
Brasilien - Brésil	5	1	2
Israel - Israël	12		
SPADE	12	Zugriff nach Bedarf zu weiteren Ländern Accès à d'autres pays selon besoins	

1 Introduction

Le 9 janvier 1974, la station terrienne pour satellites de Loèche a été mise en service et fonctionne depuis lors de manière ininterrompue, assurant des liaisons avec plusieurs stations terriennes de la région atlantique, par l'intermédiaire d'un satellite Intelsat IV. L'équipement actuel sert uniquement à transmettre des conversations téléphoniques internationales, mais, pour des raisons de sécurité, la moitié seulement d'entre elles est écoutée par l'intermédiaire de Loèche à destination des pays desservis.

Après une année d'exploitation, il est sans doute indiqué d'analyser le comportement d'une installation aussi complexe. Les articles cités dans la bibliographie sont à même de renseigner plus en détail sur la construction et la technique de la station terrienne.

2 Trafic en 1974

La capacité et, partant, la largeur de bande de transmission nécessaire des porteuses FM sont des multiples de 12 voies téléphoniques, l'information pouvant être destinée à plusieurs stations terriennes. Les chaînes de réception sont donc beaucoup plus nombreuses que celles d'émission; à Loèche par exemple, il y en a 4 pour la réception et 2 pour l'émission. Le *tableau 1* renseigne quant au nombre de canaux par pays et à celui des porteuses émission et réception nécessaires.

La densité d'occupation des divers circuits selon les heures de la journée mérite d'être mentionnée. En raison du décalage horaire avec l'outre-mer, les circuits sont très fortement chargés l'après-midi et le soir des jours ouvrables, mais très peu en matinée.

La *figure 1* montre l'allure typique de la courbe de densité du trafic. Il s'agit d'un enregistrement du bruit hors bande (OBN) de la porteuse de la station terrienne à Etam (USA). Ce bruit traduit assez bien la charge de cette liaison dans des conditions de transmission par ailleurs constantes.

Erwähnenswert ist die Belegung der einzelnen Verbindungen im Laufe eines Tages. Infolge der Zeitverschiebung mit Übersee sind an Werktagsnachmittagen und -abenden die Leitungen ausgesprochen stark benützt, während sie es am Vormittag nur schwach sind. *Figur 1* zeigt den typischen Verlauf der Verkehrsdichte. Es handelt sich um eine Registrierung des Ausserbandgeräusches (OBN) des empfangenen Trägers der Station in Etam (USA). Dieses Geräusch widerspiegelt die Belastung der Verbindung bei sonst gleichbleibenden Übertragungsverhältnissen.

3 Personal

Die technischen Ausrüstungen sind, soweit wirtschaftlich tragbar und technisch möglich, doppelt vorhanden und mit entsprechenden Überwachungs- und Umschalteneinrichtungen versehen. Bei Bedarf kann jedoch das Personal allenfalls kurzfristig Umschaltungen oder Änderungen von Übertragungsparametern selbständig oder auf Weisung der Leitstation der Comsat vornehmen. Auch ist eine ständige

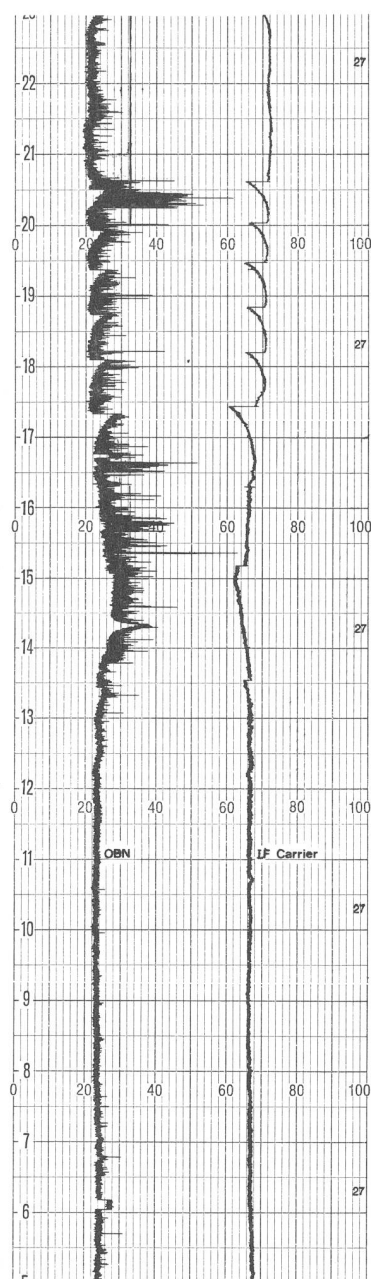


Fig. 1
Verlauf der Verkehrsdichte – Allure de la densité du trafic

3 Personnel

Partout où cela est économiquement supportable et techniquement possible, les équipements sont doublés et pourvus des dispositifs nécessaires de surveillance et de commutation. Au besoin, le personnel doit cependant commuter ou modifier les paramètres de transmission, parfois dans un délai très court, soit de son propre chef, soit selon les indications de la station directrice de la Comsat. Il est aussi nécessaire de surveiller continuellement les conditions météorologiques, afin que toutes mesures utiles puissent être prises en cas de tempête, de neige ou de givrage de la surface de l'antenne. Pour cette raison, les stations terriennes du réseau de l'Intelsat, dont Loèche fait partie, fonctionnent en permanence, deux agents au moins étant toujours présents pour des raisons de sécurité.

Mis à part les difficultés de recrutement du début et le fait qu'il a fallu du temps pour atteindre l'effectif prescrit, on peut dire que la conception en matière de personnel est bien adaptée à la situation. Elle avait été élaborée au cours de la phase de planification, au vu des expériences faites dans les autres stations terriennes. Cette conception est fondée sur les considérations suivantes

- utiliser les mêmes agents pour la maintenance et l'exploitation
- séparer la station en deux secteurs d'installations du point de vue de l'organisation
- prévoir la présence permanente de deux personnes au moins.

Le calcul de la durée nette du travail (abstraction faite des vacances, du service militaire et des absences de durée moyenne pour maladie), compte tenu d'un horaire régulier et de dimanches libres appliqués dans une mesure raisonnable, a permis de déterminer un effectif de 13...14 artisans, auxquels s'ajoutent les cadres comprenant 5 personnes (2 chefs monteurs compris) et 2 auxiliaires.

Décider, à l'époque, s'il convenait d'utiliser ou de ne pas utiliser les mêmes agents pour l'exploitation et la maintenance, n'a pas été une question facile à trancher. La solution adoptée aujourd'hui permet de subvenir à tous les besoins avec un effectif réduit au strict minimum. Il est cependant nécessaire que chaque agent fasse preuve de connaissances théoriques plus approfondies sur l'installation et soit capable d'exécuter des travaux d'entretien souvent complexes et d'un haut degré de technicité.

Vu le roulement continu des équipes dû à l'horaire irrégulier des agents, il est extrêmement difficile d'organiser des cours d'instruction ou de perfectionnement théoriques, ou d'organiser des travaux pratiques dans les installations.

La *figure 2* montre le nombre élevé d'heures de travail normales réservées en semaine à la maintenance (courbe 2), lors d'une exploitation continue avec deux agents présents et un effectif global de 13...14 artisans (courbe 1). La courbe 3 renseigne sur les durées d'absence moyennes pour raisons de vacances et de service militaire. 2 à 5 agents sont donc présents aux mêmes heures pour effectuer des travaux d'entretien ou bénéficier d'une instruction directe, selon un roulement qui change chaque jour. Pour donner un cours d'instruction usuel dans de telles conditions, il serait nécessaire de répéter jusqu'à six fois certaines leçons. En vue de compléter l'étude personnelle indispensable de documents appropriés, on a mis à la disposition des intéressés des moyens didactiques modernes leur permettant d'atteindre un niveau de connaissances suffisant pour exécuter les di-

Wetterbeobachtung nötig, damit bei Sturm, Schnee- oder Eisansatz auf der Antennenoberfläche entsprechende Massnahmen getroffen werden können. Deshalb werden alle Inletsat-Bodenstationen, und damit auch Leuk, durchgehend im 24-Stunden-Betrieb bemannt betrieben. Aus Sicherheitsgründen sind immer mindestens zwei Personen anwesend.

Abgesehen von anfänglichen Rekrutierungsschwierigkeiten und dem damit zusammenhängenden zu späten Erreichen des Sollbestandes, hat sich das in der Planungsphase (aufgrund von Erfahrungen bei anderen Bodenstationen) erarbeitete Personalkonzept als zweckmässig erwiesen. Dieses basiert auf folgenden Überlegungen

- keine personelle Trennung zwischen Unterhalt und Betrieb
- organisatorische Aufteilung der Station in zwei Anlagebereiche
- dauernde Anwesenheit von mindestens zwei Personen.

Über die Berechnung der Netto-Arbeitszeit (ohne Ferien, Militärdienst, durchschnittliche Krankheitszeit) wurde, unter Berücksichtigung eines angemessenen Anteils an Normalarbeitszeit und freien Sonntagen, ein Mannschaftsbestand von 13...14 Handwerkern festgelegt. Dazu kommen die Stationsleitung mit 5 Personen (inbegriffen 2 Chefmonteure) sowie 2 Hilfskräfte.

Der Entscheid, ob eine personelle Trennung zwischen Betrieb und Unterhalt vorzusehen sei oder nicht, war nicht leicht zu fällen. Die gewählte Lösung führt zum minimalsten möglichen Personalbestand, stellt aber an jeden einzelnen höhere Anforderungen in bezug auf theoretische Anlagenkenntnisse und Fähigkeiten, um die zum Teil aufwendigen und technisch anspruchsvollen Unterhaltsarbeiten ausführen zu können.

Die Vermittlung dieser Kenntnisse durch Instruktion, Kurse und praktische Lerntätigkeit an Anlageteilen wird aber durch die Schichtrotation und die zwangsläufig damit verbundenen unterschiedlichen Arbeitszeiten stark erschwert.

Figur 2 stellt dar, wie hoch, unter Aufrechterhaltung des durchgehenden Betriebes mit Doppelbesetzung und einer Belegschaft von 13...14 Handwerkern, der über den Monat ermittelte Anteil an Werktags-Normalarbeitszeit für Unterhaltsarbeiten liegt sowie die gemittelten Abwesenheiten wegen Ferien und Militärdienst.

Für Unterhaltsarbeiten und direkte Instruktion sind also gleichzeitig höchstens etwa 2...5 Handwerker in täglich wechselnder Besetzung frei verfügbar. Um unter diesen Umständen einen herkömmlichen Instruktionkurs durchführen zu können, müssten einzelne Lektionen bis zu 6mal erteilt werden. Daher wird, zusätzlich zum unentbehrlichen Selbststudium geeigneter Unterlagen, versucht, unter Einsatz moderner didaktischer Mittel (wie Sprachlaborplätzen für Englischlektionen, einer Video-Aufnahme- und -Wiedergabeausrüstung, einem Digitallabor mit programmiertem Unterricht sowie weiteren Lehrgängen) einen Ausbildungsstand zu erreichen, der den vielseitigen Aufgaben in der Bodenstation genügt.

4 Bewährung der Anlagen

Bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit der Station erscheint gegen aussen als wichtigstes Kriterium die Zahl und die Dauer der Verkehrsunterbrüche. Das Ziel, diese so niedrig als möglich zu halten, wird durch folgende Kriterien beeinflusst:

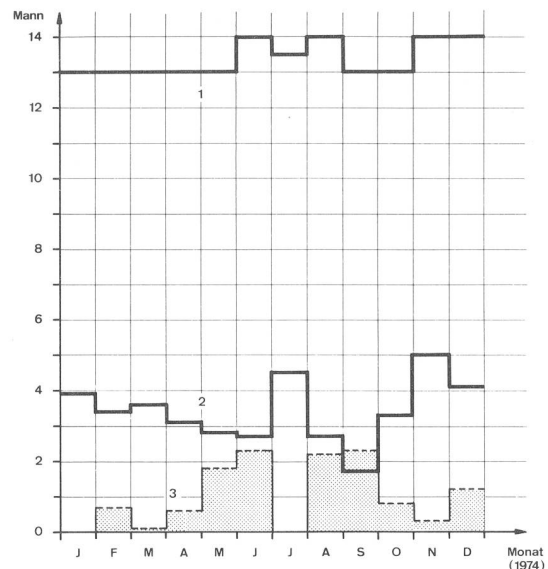


Fig. 2
Besetzung der Station - Occupation de la station

Mann - Agent
Monat - Mois

- 1 Gesamte Belegschaft, unter Berücksichtigung der besonderen Arbeitsverhältnisse - Ensemble du personnel, compte tenu des conditions de travail particulières
- 2 Anteil an Werktags-Normalarbeitszeit für den Unterhalt - Proportion des heures de travail normales en semaine consacrées à l'entretien
- 3 Gemittelte Abwesenheiten wegen Ferien und Militärdienst - Moyenne des absences pour cause de vacances et de service militaire

vers travaux à la station terrienne et pour réussir l'examen professionnel prescrit. Les agents disposent à Loèche d'un laboratoire de langues permettant d'acquérir les notions d'anglais nécessaires, d'un équipement d'enregistrement et de reproduction vidéo, d'un laboratoire en technologie numérique avec enseignement programmé et ainsi que d'autres cours.

4 Fiabilité de la station

En ce qui concerne la fiabilité de la station, le critère le plus important, vu de l'extérieur, est sans doute le nombre et la durée des interruptions de service. Les facteurs suivants influent sur l'objectif visant à maintenir un taux de pannes aussi faible que possible

- **Qualité des installations:**
 - Choix des fournisseurs
 - Cahier des charges
 - Contrôle final de l'équipement
 - Maintien des valeurs de garantie
- **Structure du système:**
 - Intégration
 - Redondance
 - Souplesse
 - Surveillance et commutation automatiques
- **Installations auxiliaires:**
 - Fonctionnement sûr et continu des installations d'énergie, de ventilation et de climatisation
- **Entretien:**
 - Stockage des pièces de rechange
 - Instruction du personnel
 - Organisation

Plus une installation vieillit, plus l'entretien revêt d'importance. La structure du système et des installations auxiliaires dépend dans une large mesure du fait qu'il soit consenti à des investissements dépassant le strict minimum. Dans la

- Qualität der Anlagen:
 - Lieferantenwahl
 - Pflichtenheft
 - Abnahmen
 - Einhaltung der Garantiewerte
- Auslegung des Systems:
 - Integration
 - Redundanz
 - Flexibilität
 - Automatische Überwachung und Umschaltungen
- Hilfsbetriebe:
 - Sichere, unterbruchsfreie Stromversorgung
 - Lüftung, Klimatisierung
- Unterhalt:
 - Ersatzteilehaltung
 - Personalinstruktion
 - Organisation

Der Unterhalt nimmt mit zunehmendem Alter einer Anlage an Wichtigkeit zu. Die Auslegung des Systems und der Hilfsbetriebe wird weitgehend durch die Bereitschaft zu Investitionen bestimmt, die über das absolut notwendige Minimum hinausgehen. So zum Beispiel durch doppelte Sende- und Empfangsketten je Pfad, Notantrieb für die Antennensteuerung, unterbruchsfreie Stromversorgung über Batterien und allenfalls Wechselrichter, integrierte Überwachungs- und Testeinrichtungen.

Die Anlagen in Leuk sind in dieser Hinsicht ausreichend dotiert, was sich durch verhältnismässig wenig Unterbrüche bezahlt macht.

Ohne auf die Einzelheiten der Berechnung einzugehen, sei kurz erwähnt, wie sich zum Beispiel die Redundanzanordnung unter Berücksichtigung der automatischen Umschaltung auf die Zuverlässigkeit einer FM-Schmalband-Empfangskette auswirkt (Tab. II).

Tabelle II. Einfluss der Redundanz auf die Betriebsbereitschaft eines Schmalband-FM-Empfängers (nach Angaben von Nippon Electric Co.)

Tableau II. Influence de la redondance sur le taux de disponibilité d'un récepteur FM à bande étroite (selon les indications de Nippon Electric Co.)

Redundanz	MTBF	MTTR	Betriebsbereitschaft	Entspricht Ausfallsminuten im Jahr
Redondance	Stunden Heures	Stunden Heures	Taux de disponibilité %	Nombre de minutes de panne par année
1+0	$6,614 \times 10^3$	1,0	99,984882	79,5
1+1	$2,187 \times 10^7$	0,5	99,999998	0,011
4+1	$3,645 \times 10^6$	0,48	99,999987*	0,068

* Manuelle Umschaltung einschliesslich Frequenzeinstellung eines Lokaloszillators – Commutation manuelle, y compris le réglage de la fréquence d'un oscillateur local
 MTBF Mean Time Between Failures
 Durchschnittliche Betriebszeit zwischen 2 Ausfällen – Durée de fonctionnement moyenne entre deux pannes
 MTTR Mean Time To Repair
 Benötigte Reparaturzeit im Pannenfall bei Verkehrsunterbruch – Temps requis pour la réparation dans le cas d'une panne ayant provoqué une interruption de service

5 Statistik der Verkehrsunterbrüche

In Figur 3 sind die Verkehrsunterbrüche seit 9. Januar 1974, aufgeteilt in kurze (< 10 s) und längere (> 10 s) Ausfälle, aufgeführt. Zusätzlich wird ausgeschieden, ob es sich um Anlagefehler (Störungen), Bedienungsfehler oder betriebliche Unterbrüche handelt.

conception de la station, on a notamment prévu en double exécution chaque voie des chaînes d'émission et de réception, un entraînement de secours pour la commande d'antenne, une alimentation sans coupure assurée par des batteries d'accumulateurs et, au besoin, par des onduleurs, des dispositifs de surveillance et de test intégrés.

A cet égard, les équipements de la station de Loèche sont suffisamment dotés, ce qui offre l'avantage d'un nombre relativement faible d'interruptions.

Sans entrer dans les détails du calcul, nous indiquons ci-après brièvement comment la disposition en chaînes redondantes se répercute sur la fiabilité d'une chaîne de réception FM à bande étroite, compte tenu de la commutation automatique (Tab. II).

5 Statistique des interruptions de trafic

Les interruptions de trafic intervenues après le 9 janvier 1974 ont été représentées à la figure 3; les interruptions de courte durée (10 s au maximum) et les plus longues (supérieures à 10 s) figurent séparément sur le dessin. Il a de plus été fait une distinction entre les pannes affectant les installations (dérangements), les erreurs de manœuvre et les interruptions d'exploitation.

Durant les quatre premiers mois, des travaux de garantie inévitables ont exigé de fréquentes commutations de guides d'ondes. Parallèlement, la logique de surveillance et de commutation associée présentait certains défauts qui durent être éliminés à la suite d'une série d'essais et de commutations de test. Ces commutations apparaissent dans la statistique sous forme de courtes interruptions et sont imputées au sous-ensemble correspondant.

Jusqu'ici, aucun centre de gravité n'a pu être déterminé en tant que cause des pannes enregistrées, ce qui témoigne de la qualité homogène de l'installation.

Si l'on tient compte de la durée des interruptions, y compris les commutations de guides d'ondes dues à l'exploitation, on obtient l'image statistique du tableau III pour les sous-ensembles d'ordinaire les plus délicats.

6 Dérangements affectant les installations, qualité des composants

La fréquence des défauts affectant les parties de l'installation est normalement beaucoup plus élevée que le nombre des interruptions de trafic. Un nombre global de 53 dérangements (compte non tenu du SPADE) a été enregistré. Les causes en ont été les suivantes

Erreurs de dimensionnement	7
Erreurs de câblage ou d'installation, mauvaises soudures	12
Composants défectueux	25
Défauts mécaniques	1
Influences extérieures (interférence solaire, etc.)	4
Erreurs de réglage et fausses manœuvres	2
Cause inconnue, disparition du défaut	2

Il est dans la nature des choses que la découverte de défauts dus au dimensionnement erroné des composants ou à des erreurs d'installation, diminue sensiblement après un certain temps d'exploitation. La répartition des composants défectueux en catégories fait l'objet du tableau IV.

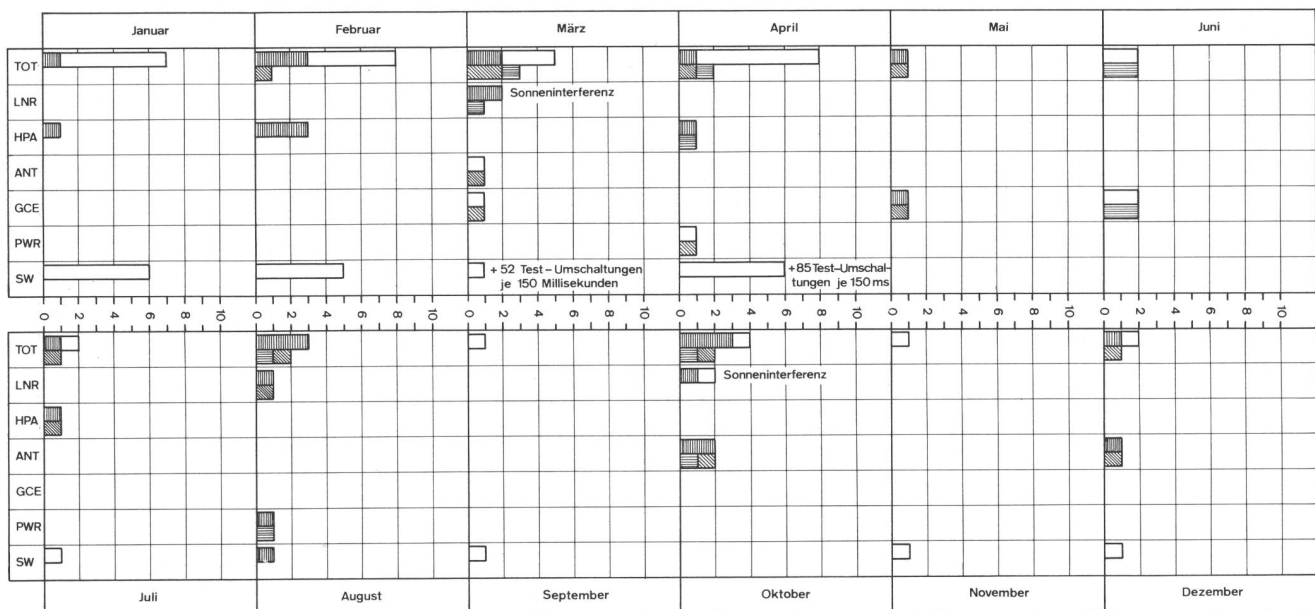


Fig. 3
Verkehrsunterbrüche 1974 – Interruptions de trafic 1974

Januar – Janvier
 Februar – Février
 März – Mars
 April – Avril
 Mai – Mai
 Juni – Juin
 Juli – Juillet
 August – Août
 September – Septembre
 Oktober – Octobre
 November – Novembre
 Dezember – Décembre

Anzahl – Nombre
 + 85 Test-Umschaltungen je 150 ms – + 85 communications de test à 150 ms
 Sonneninterferenz – Interférence solaire

TOT Anzahl Verkehrsunterbrüche pro Monat – Nombre d'interruptions de trafic par mois
 LNR Anteil wegen rauschermem Verstärker – Composante due aux amplificateurs à faible bruit
 PWR Anteil wegen Stromversorgung – Composante due aux sources d'énergie
 HPA Anteil wegen Senderendstufen – Composante due aux étages d'émission finals
 GCE Anteil wegen Sende- und Empfangsausrüstung – Composante due aux équipements d'émission et de réception
 SW Anteil wegen Wellenleiter-Umschaltungen – Composante due aux commutations de guides d'ondes
 ANT Anteil wegen Antenne – Composante due à l'antenne

Anzahl Ausfälle pro Monat – Nombre de défaillances par mois (5)
 Davon länger als 10 s dauernde – Défaillances ayant duré plus de 10 s (2)
 Anzahl, deren Ursache in Fehlern der Anlage liegt – Défaillances dont la cause réside dans des défauts de l'installation
 Anzahl wegen Bedienungsfehlern – Défaillances dues à de fausses manipulations (1)

Während der ersten 4 Monate waren durch nichtvermeidbare Garantiarbeiten häufige Wellenleiterumschaltungen unumgänglich. Zudem wies die zugehörige Überwachungs- und Umschaltlogik einige Unzulänglichkeiten auf, die durch entsprechende Versuche und Testumschaltungen behoben werden mussten. Diese Umschaltungen erscheinen als kurze Unterbrüche in der Statistik und werden dem zugehörigen Subsystem angelastet.

Bis heute konnte kein eigentlicher Schwerpunkt der erfassten Ausfälle festgestellt werden, was für die Ausgewogenheit der Anlage spricht.

Wenn man die Dauer der Unterbrüche einschliesslich jene der betrieblich bedingten Wellenleiterumschaltungen berücksichtigt, ergibt sich für die üblicherweise heikelsten Untersysteme die in *Tabelle III* ermittelte Zuverlässigkeitsrate.

6 Anlagestörungen, Qualität von Bauelementen

Die Häufigkeit von Defekten an Anlageteilen ist naturgemäss wesentlich höher als die Zahl der Verkehrsunterbrüche. Es sind total 53 Störungen (ohne SPADE) zu verzeichnen, die folgende Ursachen hatten:

Dimensionierungsfehler	7
Verdrahtungs- und Installationsfehler, schlechte Lötstellen	12
Defekte Bauteile	25
Mechanische Defekte	1
Fremdeinflüsse (Sonneninterferenz usw.)	4

7 Autres points critiques

71 Ensemble cryogénique pour amplificateurs paramétriques d'entrée

Le système de refroidissement se compose de deux compresseurs à hélium et de deux machines frigorifiques à piston avec chambre de décompression, à deux étages, pouvant être utilisés soit en couplage direct, soit en couplage parallèle ou encore couplés en croix.

Cette souplesse offerte par les divers modes d'exploitation, désirable en soi, s'est cependant transformée en inconvenient, à la suite d'une méprise survenue lors de l'installation. En effet, le niveau de l'huile de l'un des compresseurs étant trop élevé, l'une des machines cryogéniques a été contaminée par de l'huile. Par comble de malchance, on passa du mode d'exploitation direct au mode parallèle, en vue de nettoyer le compresseur, ce qui se traduisit par la contamination de la deuxième machine frigorifique. Le nettoyage du système exigea beaucoup de temps, surtout parce qu'il tomba dans la première période d'exploitation de la station.

L'ensemble cryogénique doit être entièrement révisé toutes les 6000 heures, ce qui représente une opération très délicate (nettoyage, remplacement de tous les joints, roulements et soupapes). Actuellement, certaines difficultés résultent d'un phénomène de corrosion aux roulements à billes fonctionnant en atmosphère d'hélium. Il est probablement dû à l'évaporation du lubrifiant qui intervient au moment où l'on fait le vide dans le système.

Tabelle III. Zuverlässigkeit gewisser Anlageteile gemäss statistischen Unterlagen der Comsat
Tableau III. Récapitulation selon des données statistiques de la Comsat

System Système	Prozentuale Betriebsbereitschaft der Anlageteile (Availability) Disponibilité en % des parties de l'installation			
	1974 1. Halbjahr Leuk 1 ^{er} semestre Loèche	Intelsat Mittel En moyenne	1974 2. Halbjahr Leuk 2 ^e semestre Loèche	Intelsat Mittel En moyenne
	%	%	%	%
Antenne mit Steuerung Antenne et dispositif de commande	99,99999	99,96365	99,99887	99,97643
Hochleistungssender (TWT) Emetteur de puissance (TOP)	99,99028	99,98806	100,00000	99,96483
Parametrischer Empfangs- verstärker Amplificateur de réception paramétrique	99,98913	99,99631	99,99968	99,98603
Stromversorgung Installation d'énergie	99,9793	99,97929	100,00000	99,97420
Alle Systeme zusammen Tous les systèmes ensemble	99,97939	99,91362	99,99855	99,89331
Entspricht Ausfall in min Nombre de minutes de panne correspondant	108,3	454,0	7,62	560,8
Kontinuität auf Sprechkreise bezogen Disponibilité correspondante des circuits de conversation				
%	99,972	99,949	99,997	99,951

Tabelle IV. Ausfall von Bauteilen im Jahr 1974
Tableau IV. Composants tombés en panne en 1974

Bauteile Composants	Anzahl ausgefallen Nombre de composants tombés en panne	Anzahl in der Anlage eingesetzt Nombre de composants utilisés dans l'installation	Ausfallrate im Jahr Taux de défaillances par année
Diode/Transistoren Diodes et transistors	4	15 383/4540	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Integrierte Schaltkreise Circuits intégrés	4	2294	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Kondensatoren Condensateurs	1	ca. 20 000*	$5,0 \cdot 10^{-5}$
Widerstände Résistances	0	ca. 80 000*	0
Trimmer			
Trimmers	4	ca. 1000*	$4,0 \cdot 10^{-3}$
Relais (Reed)	4	3051	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Röhren (TWT) Tubes (TOP)	2	6	—
Geräteventilatoren Ventilateurs d'appareils	3	70	—
Sonstiges Autres composants	7	—	—

* Schätzungen – Estimations

Bemerkungen – Remarques

– Alle 4 Relais sind Reedrelais ohne Gasfüllung und fielen wegen Kontaktschwierigkeiten aus. Die wichtigsten Relaiskarten wurden inzwischen gegen solche, die Relais mit quecksilberbenetzten Reedkontakten enthalten, ausgewechselt – Les 4 relais Reed (du type sec) tombés en panne présentaient tous des défauts de contact. Entre temps, les cartes à relais les plus importantes ont été dotées de relais Reed mouillés au mercure.

– Gewisse Geräteventilatoren japanischer Herkunft sind für 200 V 50/60 Hz dimensioniert, werden aber unter 220 V 50 Hz betrieben, wobei die Tendenz besteht, dass der durch Eisensättigung hervorgerufene zu hohe Strom zu Wicklungsschäden führt – Un certain nombre de ventilateurs d'appareils, de provenance japonaise, étaient prévus pour une tension de 200 V 50/60 Hz et ont été en fait exploités à 220 V 50 Hz. Aussi, les enroulements ont-ils eu tendance à chauffer et à se carboniser, en raison du courant trop élevé résultant de la saturation du fer.

Einstell- und Bedienungsfehler 2
Unbekannt, Fehler verschwunden 2

72 *Equipement automatique de commutation et de surveillance*

Die Entdeckung von Dimensionierungs- und Installationsfehlern sollte nach einer gewissen Betriebszeit erheblich zurückgehen. Die Aufteilung der defekten Bauteile nach Kategorien ist aus *Tabelle IV* ersichtlich.

Cette partie de l'installation comprend un assez grand nombre de capteurs, des relais Reed interface, une logique de commutation numérique relativement centrale et les éléments qui doivent être actionnés (commutateurs de guides d'ondes, relais coaxiaux, relais Reed, etc.).

7 Weitere kritische Stellen

71 Kälteanlage für parametrische Eingangsverstärker

Die Anlage besteht aus zwei Heliumkompressoren und zwei zweistufigen Kolben-Expansionskältemaschinen, die einzeln, einzeln-parallel oder kreuzweise gekuppelt betrieben werden können.

Die an und für sich erwünschte Flexibilität der Betriebsarten erwies sich bei der Inbetriebsetzung durch Installationspersonal als Nachteil, indem durch irrtümlich zu hohen Ölstand in einem Kompressor eine Kältemaschine ölverseucht wurde. Zur Reinigung des Kompressors wurde verhängnisvollerweise auf Einzel-Parallelbetrieb umgeschaltet, was die Verschmutzung der zweiten Kältemaschine zur Folge hatte. Die Reinigung der Systeme erwies sich als äusserst arbeitsintensiv, um so mehr als sie in die erste Betriebszeit der Station fiel.

Die ganze Kühlanlage benötigt eine anspruchsvolle Totalrevision alle 6000 Stunden (Reinigung, Ersatz aller Dichtungen, Kugellager und Ventile). Gegenwärtig bestehen Schwierigkeiten, da die Gleitflächen der Kugellager, die in der Heliumatmosphäre laufen, angefressen werden. Vermutlich ist dies auf Schmiermittelverdunstung zurückzuführen, die bei der Luftevakuierung des Raumes, in dem sich die Kugellager befinden, stattfindet.

72 Automatische Umschalt- und Überwachungseinrichtung

Dieser Anlageteil besteht aus einer grösseren Zahl Erfassungsstellen, Interface-Reed-Relais sowie einer verhältnismässig zentralisierten digitalen Schaltlogik und den zu betätigenden Elementen (Wellenleiterschalter, Relais für koaxiale Verbindungen, Reedrelais usw.).

Es besteht nun die Möglichkeit, dass diese Einrichtung statisch während Monaten oder Jahren in einer dem normalen Betriebszustand entsprechenden Konfiguration verharrt und dann in einem Notfall plötzlich ihre Aufgabe zu erfüllen hat. Ein aktives Ausprüfen durch Betätigten der Schaltelemente und Durchspielen der möglichen Betriebszustände ist ohne Verkehrsunterbrüche nicht durchführbar. Die Integration eines Testsimulators wäre hier wünschenswert, finanziell vermutlich aber untragbar.

8 Ausblick

Erfahrungsgemäss sind im zweiten Betriebsjahr einer neuen Anlage am wenigsten Ausfälle zu erwarten. Was die radioelektrische Ausrüstung und Stromversorgung betrifft, wurden, abgesehen von redundanten Ketten, rund 10 % des Anlagewertes in Reservematerial investiert, damit eine gewisse Unabhängigkeit von der Ersatzteilversorgung durch die Lieferanten gewährleistet ist.

Es dürfte somit erwartet werden, dass auch im Jahre 1975 ähnlich gute Resultate zu erreichen sind.

L'un des problèmes réside dans le fait que cet équipement peut rester des mois, voire des années, dans une position de commutation statique correspondant à un état d'exploitation normal et qu'il doit soudain accomplir la fonction à laquelle il est destiné en cas d'urgence. Un test réel consistant à actionner les divers éléments et à mettre en fonction les autres états d'exploitation possibles ne peut être réalisé sans interruption du trafic. Il serait souhaitable d'intégrer un simulateur de test à l'ensemble, mais son coût se révélerait probablement prohibitif.

8 Perspectives

L'expérience montre qu'une nouvelle installation présente le moins de pannes au cours de la deuxième année d'exploitation. En ce qui concerne l'équipement radioélectrique et l'installation d'énergie, 10 % en chiffres ronds de la valeur de l'aménagement ont été investis en matériel de réserve, compte non tenu des chaînes redondantes. Il en résulte une certaine indépendance par rapport aux fournisseurs des pièces de rechange.

Au vu de la situation, on peut présumer que les résultats de 1975 seront tout aussi satisfaisants.

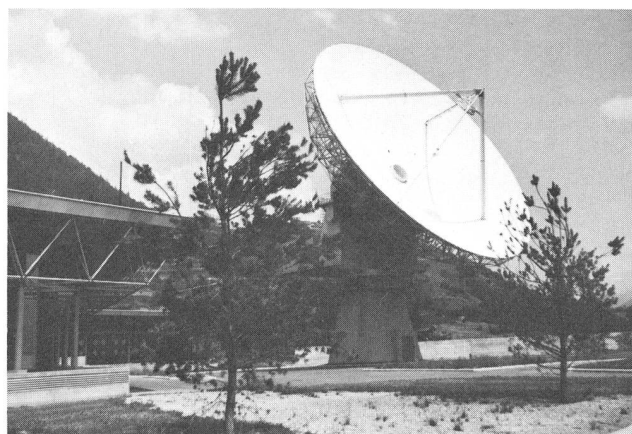


Fig. 4

Seit 9. Januar 1974 stellt die schweizerische Satelliten-Bodenstation Leuk Verbindungen mit einem Intelsat-IV-Satelliten über dem Atlantik her – Depuis le 9 janvier 1974 la station terrienne suisse pour liaisons par satellite de Loèche établit des communications avec un satellite Intelsat IV situé au dessus de l'Atlantique.

Bibliographie

- Verschiedene Beiträge über Technik und Ausrüstung der schweizerischen Satelliten-Bodenstation in Leuk VS – Différents articles concernant la technique et l'aménagement de la station terrienne suisse à Loèche VS. Bern, Technische Mitteilungen PTT 51 (1973) Nr. 7, S. 284...318 und 52 (1974) Nr. 3, S. 68...129.
- 31. schweizerische Tagung für elektrische Nachrichtentechnik (STEN). Vorträge über Aufgaben, Aufbau, Projektablauf, Antennensysteme der schweizerischen Satelliten-Bodenstation in Leuk VS – 31^{es} Journées suisses de la technique des télécommunications (STEN). Exposés concernant la station terrienne suisse pour satellites à Loèche VS (tâches, aménagement, réalisation du projet, système d'antenne). Bulletin SEV/VSE 65 (1974) Nr. 20.