

# **Einrichtung und Betrieb des Erdbeben-Überwachungsnetzes im Gebiet der grossen schweizerischen Stauanlagen = Installation et exploitation d'un réseau de surveillance sismique dans la zone des grands barrages suisses**

Autor(en): **Dietiker, M. / Mayer-Rosa, D.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914863>

## **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.

# Errichtung und Betrieb des Erdbeben-Überwachungsnetzes im Gebiet der grossen schweizerischen Stauanlagen

## Standortsbericht 1977

Von M. Dietiker und D. Mayer-Rosa

Seit dem Jahre 1968 besteht die Absicht in bezug auf die Sicherheit der schweizerischen Talsperren die Erdbeben-tätigkeit im Alpengebiet besser zu erfassen und die vermehrte seismische Unruhe, die normalerweise grösseren Beben vorangeht, jeweils festzustellen. Nachdem bereits Erfahrungen mit einzelnen Seismographenstationen gemacht worden waren, wurde der Aufbau eines gesamtschweizerischen Netzes solcher Stationen ins Auge gefasst. Die früher gemachten Erfahrungen wiesen auf die Notwendigkeit der dauernden Überwachung hin, womit sich eine laufende zentrale Auswertung aufdrängte. Ende 1976 liess sich ein definitives Projekt aufgrund eines Vertragsabschlusses zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und den Talsperrenbesitzern festlegen.

### 1. Einleitung

Gemäss Vertrag zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft, vertreten durch das Eidgenössische Amt für Strassen- und Flussbau (ASF), und den Talsperrenbesitzern, vertreten durch den Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), über die Errichtung von Seismographenstationen wurde der Schweizerische Erdbebendienst (SED) vom ASF beauftragt, dieses Projekt zu realisieren.

Dabei sollen die folgenden Standorte zu Lasten der Talsperrenbesitzer instrumentiert werden:

- Sierre      – Emosson      – Linth-Limmern
- Brienz      – Grande-Dixence      – Valle di Lei
- Biasca      – Mattmark      – Ova Spin
- Davos

Die an diesen Standorten anfallenden Messwerte sollen, vorläufig mit Ausnahme von Valle di Lei und Ova Spin, über Telefon- und Funkverbindungen in die Auswertezentrale des SED in Zürich übertragen werden. Da für die Standorte Valle di Lei und Ova Spin die für die Messwertübertragung erforderlichen Verbindungen vorläufig nicht zur Verfügung stehen, arbeiten diese Stationen mit örtlicher Datenspeicherung.

### 2. Vorgehen während der Realisierungsphase

#### 2.1 Situation bei Vertragsabschluss im Frühjahr 1977

Folgende Standorte wurden bereits mit Aufnehmersystemen vom Typ A (3-Komponenten-Punktstation) instrumentiert:

- Sierre (seit September 1974 in Betrieb)
- Brienz (seit September 1974 in Betrieb)
- Davos (seit September 1974 in Betrieb)
- Biasca (seit August 1975 in Betrieb)

Die Signale dieser Stationen werden in die Zentrale des SED nach Zürich übertragen und dort laufend registriert.

# Installation et exploitation d'un réseau de surveillance sismique dans la zone des grands barrages suisses

## Compte rendu 1977

Par M. Dietiker et D. Mayer-Rosa

Pour protéger la population contre le danger que représentent les barrages suisses, il est prévu depuis 1968 de mieux surveiller l'activité sismique dans les Alpes pour détecter les turbulences sismiques qui précèdent généralement les tremblements de terre de forte intensité. Comme on a pu s'appuyer sur l'expérience faite avec différentes stations sismographiques, on a envisagé d'établir un réseau de stations généralisé à l'ensemble du territoire suisse. Les enseignements recueillis ont fait apparaître la nécessité d'une surveillance continue, impliquant un traitement des données centralisé continu. Un projet définitif a finalement été élaboré à la suite de la conclusion d'un contrat entre la Confédération Suisse et les propriétaires de barrages.

### 1. Introduction

Selon le contrat conclu entre la Confédération Suisse, représentée par le Service Fédéral des Routes et des Dignes (SFRD), et les propriétaires des barrages, représentés par l'Union des Centrales Suisses d'Electricité (UCS), et portant sur l'installation de stations sismologiques, le Service Sismologique Suisse (SSS) a été chargé par le SFRD de réaliser ce projet.

Le contrat prévoit qu'un équipement sismologique est à installer aux frais des propriétaires de barrages sur les sites suivants:

- Sierre      – Emosson      – Linth-Limmern
- Brienz      – la Grande Dixence      – Valle di Lei
- Biasca      – Mattmark      – Ova Spin
- Davos

Les données recueillies sur ces sites sont transmises par liaison téléphonique et radio à la centrale de traitement du SSS, à l'exception, provisoirement, de celles des sites Valle di Lei et Ova Spin. Etant donné que pour les sites Valle di Lei et Ova Spin il n'existe aujourd'hui pas de liaison pour la transmission des signaux radio, les stations sismologiques qui y sont installées fonctionnent avec un système de mémorisation local.

### 2. Procédure de réalisation

#### 2.1 Situation lors de la conclusion du contrat au printemps 1977

Un équipement sismologique avec système de réception du type A (stations ponctuelles à 3 composantes) était déjà installé sur les sites suivants:

- Sierre (en fonctionnement depuis septembre 1974)
- Brienz (en fonctionnement depuis septembre 1974)
- Davos (en fonctionnement depuis septembre 1974)
- Biasca (en fonctionnement depuis août 1975)

Les signaux de ces stations sismologiques sont transmis à la centrale de Zurich du SSS qui les enregistre en continu.

– Grande-Dixence:

Im September 1976 wurde die seit November 1970 bestehende Station mit örtlicher Registrierung durch eine provisorisch in der Galerie Vouasson installierte 1-Komponenten-Punktstation vom Typ A ersetzt und über eine Funkstrecke mit der Station Sierre verbunden. Die Stauanlage Grande-Dixence ist damit das erste Überwachungsobjekt, dessen lokale Seismizität (Aufnehmersystem etwa 200 m von der Talsperre entfernt) laufend registriert und in 24-h-Intervallen routinemässig ausgewertet wird.

– Emosson:

Um die durch den Aufstau induzierte Seismizität beobachten und interpretieren zu können, wurde bereits im September 1973 im Bereich der Staumauer ein Stationsnetz aufgebaut.

Davon sind noch zwei 1-Komponenten-Punktstationen (in Les Esserts und im Übermittlungsraum der Talsperre) in Betrieb.

Die Messwerte werden gegenwärtig in der Zentrale La Bâtiaz aufgezeichnet.

– Linth-Limmern (KLL):

Die im November 1971 installierte 3-Komponenten-Station musste im Sommer 1976 stillgelegt werden, da einerseits die Betriebskosten der Registriervorrichtung (etwa 2500 Fr./Jahr) das Budget des SED zu stark belasteten und andererseits Beschaffungsschwierigkeiten für den Registrierfilm auftraten.

Im September 1976 wurde am Ende des linksufrigen Injektionsstollens auf Kote 1809 vorübergehend eine 3-Komponenten-Station vom Typ SER-02 mit örtlicher Ereignisregistrierung aufgestellt.

Die ersten Messergebnisse ergaben eine grundsätzliche Eignung dieses Standortes (I) für eine Seismographenstation.

Anlässlich einer Begehung am 11. November 1976 im Limmernboden mit Herren von NOK, KLL und SED wurde ein zweiter Standort (II) in einer Nische im Fensterstollen auf Kote 1740 evaluiert.

Es ist vorgesehen, am Standort I eine 3-Komponenten-Station und am Standort II eine 1-Komponenten-Station, beide vom Typ A, zu installieren.

## 2.2 Im Berichtsjahr durchgeführte Arbeiten

### 2.2.1 Instrumente

– Die etwas spezielle Problemstellung in bezug auf die messtechnische Erfassung lokaler Seismizität geringer Magnitude, die technischen Vorschriften der PTT betreffend Signalübertragung über Telefonleitungen und der Übergang von Dauerregistrierung auf Ereignisregistrierung in der Datenerfassungszentrale des SED erforderten eine Neuentwicklung der Elektronik der Aufnehmersysteme.

Im Zuge dieser Neuentwicklungen wurde auch das ursprünglich vorgesehene Mark-Seismometer durch ein solches mit grösserer Frequenzbandbreite und grösserer Messempfindlichkeit ersetzt (Typ Willmore MK III).

Die Entwicklungsarbeiten wurden Ende 1977 abgeschlossen.

Um ein optimales Preis/Leistungs-Verhältnis für die Aufnehmersysteme zu gewährleisten, erfolgt die Materialbeschaffung durch den SED, während die Herstellung der Ge-

– La Grande Dixence:

Fonctionnant depuis novembre 1970 avec enregistrement local, la station de la Grande Dixence a été remplacée en septembre 1976 par une station du type A à 1 composante, provisoirement placée dans la galerie de Vouasson. Elle est reliée à la station de Sierre par liaison radio. Le barrage de la Grande Dixence est ainsi le premier à avoir été surveillé. Son activité sismique locale est enregistrée sans interruption (le système de réception est éloigné d'environ 200 m du barrage). Le dépouillement des enregistrements se fait de façon routinière toutes les 24 h.

– Emosson:

Afin d'observer et d'interpréter la sismicité induite par son remplissage, le barrage et ses alentours furent dotés d'un réseau de stations dès le mois de septembre 1973.

Actuellement deux de ces stations, ponctuelles à 1 composante, fonctionnent encore (aux Esserts et dans le local des installations de télétransmission du barrage).

Les signaux sont actuellement enregistrés à la centrale de La Bâtiaz.

– Linth-Limmern (KLL):

La station à 3 composantes installée en novembre 1971 a été déclenchée au cours de l'été 1976, d'une part en raison des frais d'enregistrement trop lourds pour le budget du SSS (environ 2500 fr./an) et, d'autre part, du fait qu'il a été difficile de se procurer un film enregistreur.

En septembre 1976, une station à 3 composantes du type SER-02, à enregistrement local à déclenchement, a été installée provisoirement à l'extrémité de la galerie d'injection, rive gauche, cote 1809.

Les premiers résultats des mesures montrèrent que cet emplacement (I) convenait à une station sismologique.

A l'occasion d'une visite, le 11 novembre 1976, au Limmernboden, par des membres de NOK, KLL et SSS, un deuxième emplacement (II) a été retenu dans un renfoncement de la galerie-fenêtre, cote 1740.

Il est prévu d'installer une station à 3 composantes à l'emplacement I et une station à 1 composante à l'emplacement II, les deux du type A.

## 2.2 Travaux réalisés au cours de 1977

### 2.2.1 Instruments

– L'électronique du système de réception a dû être réétudiée en raison des problèmes particuliers que pose la détection d'une sismicité locale de faible magnitude, de plus pour tenir compte des prescriptions techniques des PTT concernant la transmission de signaux par lignes téléphoniques, et en outre du fait de l'utilisation d'un nouveau mode d'enregistrement à la centrale de traitement du SSS (identification automatique des événements sismiques au lieu d'enregistrement continu).

En rapport avec cette innovation, un autre sismomètre a été retenu (type Willmore MK III), possédant une bande de fréquences plus large et une sensibilité plus grande que celui qui avait été choisi initialement (MARK).

Les travaux d'élaboration ont été achevés fin 1977.

Afin d'assurer pour les systèmes de réception un rapport prix/performance optimum, le SSS a pris en charge l'ac-

räte einer Firma, die auf Apparatebau im Sektor Industrie-elektronik spezialisiert ist, übertragen werden soll.

– Nach Eingang der 1. Pauschalrate (648 897 Fr.) für die Erstellungskosten der Seismographenstationen konnte am 1. August 1977 ein Gerätebeschaffungskredit eröffnet und zu diesem Zeitpunkt mit der Beschaffung der Seismometer und des Elektronikmaterials für die Aufnehmersysteme begonnen werden.

## 2.2.2 Begehungen und erste Testmessungen

– An den Talsperren Emosson, Mattmark, Grande-Dixence, Valle di Lei, Ova Spin und Linth-Limmern soll grundsätzlich die Anordnung mit zwei 1-Komponenten-Punktstationen installiert werden.

Um die Standorte für die Instrumente im Bereich der Staumauern festzulegen, wurden in der 2. Jahreshälfte 1977 mit den zuständigen Herren der entsprechenden Werke Begehungen durchgeführt und mögliche Standorte besichtigt.

Es galt dabei Standorte zu evaluieren, die folgende Bedingungen erfüllen:

- a) Seismologisch geeignet (z. B. geringe Bodenunruhe)
- b) Anschlussmöglichkeit an das werkeigene Signalkabelnetz
- c) Netzanschluss
- d) Die installierten Geräte dürfen den Werkbetrieb nicht beeinträchtigen

Inzwischen sind an allen provisorisch evaluierten Standorten erste, zum Teil umfangreiche Testmessungen bezüglich der seismologischen Eignung vorgenommen worden.

Die Messresultate befriedigten nur teilweise, so dass an mehreren Stellen die Messreihen wiederholt bzw. erweitert werden müssen. Es gilt daher insbesondere zu klären, ob und wie stark die an einigen Standorten zeitweise auftretenden seismischen Störungen die Detektion schwacher lokaler Ereignisse beeinträchtigen.

– Um Probleme, die im Zusammenhang mit der Realisierung der Anordnung «Zwei 1-Komponenten-Punktstationen» auftreten, zu studieren, wurde im September 1977 an der Stauanlage Grande-Dixence provisorisch eine zweite 1-Komponenten-Station (Standort: rive gauche cote 2145) installiert.

Die Signale dieser Station und diejenigen der Station in «Galerie de Vouasson» werden über die gleiche Telemetrestrecke via Sierre nach Zürich übertragen. Hier werden die Signale demoduliert und einer automatischen Ereigniserkennung zugeführt.

Vorerst soll der Einfluss von Übertragungsstörungen auf die Erkennung seismischer Ereignisse studiert werden.

## 2.3 Situation Ende 1977 und Planung für 1978

### 2.3.1 Instrumentierung von Standorten mit Stationstyp A (Telemetrie nach Zürich)

Die Signale folgender Stationen werden bereits heute in die Datenerfassungszentrale des SED in Zürich übertragen und dort laufend registriert und routinemässig ausgewertet:

Sierre, Brienz, Biasca, Davos, Grande-Dixence

quisition du matériel, tandis que la fabrication des appareils a été confiée à une maison spécialisée dans la construction d'équipements d'électronique industrielle.

– Après versement du premier montant forfaitaire (648 897 fr.) pour l'installation des stations sismologiques, un crédit a été ouvert le 1<sup>er</sup> août 1977 en vue de l'acquisition des appareils et, à partir de ce moment, on a commencé à se procurer les sismomètres et le matériel électronique pour les systèmes de réception.

### 2.2.2 Inspections et premières mesures d'essai

– Un ensemble de deux stations à 1 composante doit être installé sur chacun des sites suivants: Emosson, Mattmark, la Grande Dixence, Valle di Lei, Ova Spin, Linth-Limmern.

Pendant le deuxième semestre de 1977, des inspections ont été faites en commun avec les personnes compétentes des ouvrages afin de déterminer les emplacements des stations dans le périmètre des barrages.

Il s'agissait d'évaluer les emplacements en fonction des critères suivants:

- a) Bonnes conditions sismologiques (p. ex.: bruit de fond faible)
- b) Possibilité de se raccorder au réseau de câbles de signalisation de l'aménagement hydroélectrique
- c) Alimentation sur le secteur
- d) Les instruments installés ne doivent pas gêner l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique

Depuis, une première série de mesures d'essai a été effectuée à tous les emplacements provisoirement choisis, en vue de vérifier si leurs conditions sismologiques permettaient de les retenir.

Les résultats n'ayant été que partiellement satisfaisants, il est nécessaire, à différents endroits, de répéter les séries de mesures ou de les élargir. Il s'agit en particulier de déterminer si, et comment, des signaux sismiques perturbateurs qui apparaissent par moments, à certains endroits, influencent la détection d'événements sismiques locaux faibles.

– Une seconde station à 1 composante (rive gauche, cote 2145) a été installée provisoirement en septembre 1977 au barrage de la Grande Dixence afin d'étudier les problèmes relatifs à l'installation d'un couple de stations ponctuelles à 1 composante.

Les signaux de cette station et de celle de la galerie de Vouasson sont transmis à Zurich par la même liaison télé-métrique, via Sierre. A leur réception, les signaux sont demodulés et acheminés à un système d'identification automatique des événements sismiques.

En premier lieu, il s'agira d'étudier l'influence des perturbations de la transmission sur la détection d'événements sismiques.

## 2.3 Stade d'avancement à fin 1977, programme pour 1978

### 2.3.1 Sites dotés de stations du type A (télé-métrie vers Zurich)

Les signaux des stations suivantes sont actuellement transmis à la centrale de traitement du SSS à Zurich où ils sont enregistrés de façon continue et dépouillés de manière routinière:

Sierre, Brienz, Biasca, Davos, la Grande Dixence

### 2.3.2 Instrumentierung von Standorten mit Stationstyp B (Registrierung am Ort)

An folgenden Standorten wurde vorläufig der Stationstyp B installiert:

Emosson, Linth-Limmern (zeitweise)

### 2.3.3 Planung für 1978

#### a) Standorte und Aufnehmersysteme

– Durchführung weiterer seismischer Messungen im Bereich der Talsperren und Auswerten der Messergebnisse.

– Festlegung der Standorte für die Aufstellung der Instrumente.

– Abschluss der Zusatzverträge mit den betreffenden Standorteigentümern (nach Art. 10 des Vertrages zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und den Talsperrenbesitzern).

– Beginn der Installationsarbeiten.

– Beschaffung der Aufnehmersysteme des Typs A für die Standorte Emosson, Grande-Dixence, Mattmark und Linth-Limmern.

– Beschaffung der Aufnehmersysteme des Typs B für die Standorte Valle di Lei und Ova Spin.

#### b) Datenerfassungszentrale des SED

– Installation und Inbetriebsetzung eines Minicomputers (dient als Basis für die Steuerung der Datenerfassung, für die Ereigniserkennung sowie für die «Off-line»-Aufbereitung der gespeicherten Rohdaten und für die «vorläufige Herdbestimmung»).

– Beschaffung und Installation von FM-Demodulatoren, PCM-Modulatoren, Signal-Verzögerungs-Komponenten und von zwei 4-Spur-Magnetbandgeräten für die Speicherung lokaler Ereignisse an den Stauanlagen.

## 3. Zusammenfassung

– 7 der 10 Standorte werden heute bereits seismisch überwacht, davon werden für 5 Standorte die Registrierungen in 24-h-Intervallen vom SED routinemässig ausgewertet.

– Der Zeitaufwand für die Evaluation der Standorte für die Aufnehmersysteme im Bereich der Talsperren ist wesentlich grösser, als ursprünglich angenommen wurde.

Eine sorgfältige Standortwahl ist jedoch entscheidend für eine effiziente und aufgabenkonforme Verarbeitung der Messresultate. Eine wesentliche Verzögerung gegenüber dem geplanten Projektablauf ist nicht zu erwarten.

Wir möchten an dieser Stelle den Eigentümern und dem Personal der an diesem Projekt direkt beteiligten Werke für ihre verständnisvolle Aufnahme unserer Belange und für ihre Hilfsbereitschaft sehr herzlich danken. Die Mitarbeiter des Schweizerischen Erdbebendienstes freuen sich auf eine auch in Zukunft gute Zusammenarbeit.

### 2.3.2 Sites dotés de stations du type B (enregistrement local)

Des stations du type B ont été installées provisoirement sur les sites suivants:

Emosson, Linth-Limmern (temporairement)

### 2.3.3 Programme pour 1978

#### a) Sites et systèmes de réception

– Mesures sismiques supplémentaires dans le périmètre des barrages et études des enregistrements.

– Choix des emplacements des instruments.

– Conclusion des avenants avec les propriétaires des emplacements (selon l'article 10 du contrat passé entre la Confédération Suisse et les propriétaires des barrages).

– Début des travaux d'installation.

– Acquisition des systèmes de réception du type A pour les stations d'Emosson, de la Grande Dixence, de Mattmark et de Linth-Limmern.

– Acquisition des systèmes de réception du type B pour les stations de la Valle di Lei et d'Ova Spin.

#### b) Centrale de traitement des données au SSS

– Installation et mise en service d'un mini-ordinateur (organe contrôlant la réception des données, l'identification des événements sismiques ainsi que la préparation des données brutes en «off-line» et la «détermination préliminaire des foyers»).

– Acquisition et installation de démodulateurs MF, de modulateurs PCM, de composants de retard de signaux et de deux magnétophones à 4 pistes pour la mémorisation des événements locaux aux barrages.

## 3. Résumé

– Sur 10 sites, 7 sont déjà sous surveillance sismique. Pour 5 de ceux-ci, les enregistrements sont dépouillés régulièrement toutes les 24 h par le SSS.

– L'évaluation des emplacements des systèmes récepteurs dans le périmètre des barrages demande beaucoup plus de temps que prévu.

Toutefois, un choix minutieux des emplacements est décisif pour un traitement de données efficace et conforme aux objectifs. On ne prévoit pas de retard important dans le calendrier du projet.

Nous profitons de cette occasion, pour exprimer aux propriétaires des barrages et à leur personnel directement concerné par le projet, nos remerciements pour leur compréhension et leur coopération. Les membres du Service Sismologique Suisse espèrent que cette excellente collaboration se poursuivra.

#### Adresse der Autoren

M. Dietiker und Dr. D. Mayer-Rosa, Schweizerischer Erdbebendienst, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

#### Adresses des auteurs

M. Dietiker et D. Mayer-Rosa, Service Sismologique Suisse, EPF-Hönggerberg, 8093 Zurich.