

## ETUDE DES MOUVEMENTS RECENTS DE L'ECORCE TERRESTRE DANS LE VAL FERRET

par Michel Kasser <sup>1</sup>

### 1. Introduction

L'invention du laser en 1961 a représenté le point de départ de toute une série de nouveaux appareillages dont la conception même était inimaginable auparavant. Pour donner une idée intuitive de la cohérence d'une source de radiations, je comparerai un rayonnement cohérent au son émis par une seule flûte et un rayonnement incohérent au son émis par plusieurs flûtes jouant à l'unisson. Notre oreille sait distinguer ces deux types de sons, dans le premier cas toutes les ondes sont en phase, tandis que dans le second, il y a superposition de divers sons de même fréquence et de phases diverses. L'invention du laser a permis de faire beaucoup plus facilement des interférences et sur des longueurs bien supérieures à tout ce que l'on avait pu faire jusqu'alors. Ce genre d'expériences intéressait tout spécialement les métrologues qui ont ainsi pu changer la définition du mètre en se délivrant des contraintes matérielles de la construction d'étalons en platine toujours sujets à des tas de déformations et de dilatations parasites difficiles à contrôler.

### 2. Le problème posé au val Ferret

Vers le début du XX<sup>e</sup> siècle au val Ferret, lors de la construction d'une galerie amenant les eaux à la centrale électrique d'Orsières, un réseau géodésique local fut mesuré. A la suite de mouvements superficiels (glissements de terrains, etc.) il fallut remettre en état certaines parties du tunnel et pour cela mesurer à nouveau ce réseau. Il fut alors

---

<sup>1</sup> Institut de Géographie Nationale, Paris.

constaté qu'un important mouvement de cisaillement d'environ 10 centimètres par siècle avait eu lieu dans la vallée. Ceci semblait d'autant moins étonnant qu'on y soupçonnait fortement la jonction de deux plaques tectoniques dont la collision aurait donné naissance aux Alpes.

Depuis quelques années, le Service topographique fédéral a procédé à de nouvelles mensurations de six mailles de nivellement au travers de la Suisse. Par comparaison avec le précédent nivellement de précision qui datait lui aussi du début du siècle, un certain nombre de mouvements verticaux du sol furent déduits, en particulier que l'ensemble de la Suisse semblait stable à l'exception du massif alpin en pleine surrexion, avec des vitesses verticales voisines du millimètre par année. Une telle constatation suscita un vif intérêt chez les géophysiciens qui cherchèrent à savoir si des mouvements horizontaux ne pourraient pas être, eux aussi, mis en évidence. Malheureusement, la précision inhérente aux procédés de géodésie classique est insuffisante pour des comparaisons, à moins d'attendre beaucoup plus longtemps entre les mesures.

Ce sont donc essentiellement des critères de temps qui nous ont conduits à essayer des techniques plus sophistiquées afin d'obtenir sur une période courte (un mois) des informations sur les mouvements horizontaux, ce délai très réduit permettant de multiplier considérablement la quantité des résultats.

Dans un premier temps, nous avons conçu le système en nous inspirant de divers essais réalisés en Grande-Bretagne et aux USA et nous avons monté une expérience réduite dans la cour de l'Université de Lausanne. Pour la deuxième étape, le montage complet a été effectué au val Ferret avec un matériel déjà rodé.

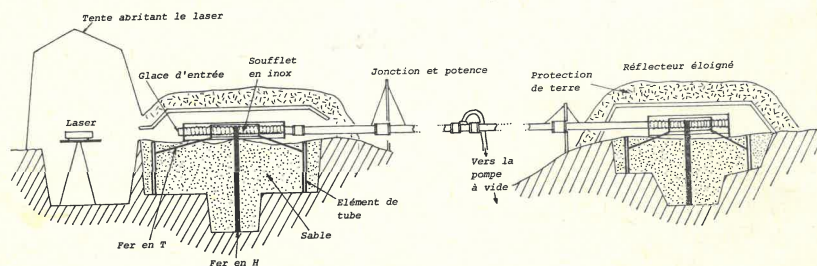


Fig. 1. Schéma du montage montrant la disposition des différents éléments.



n 10 cen-  
t d'autant  
de deux  
ux Alpes.  
a procédé  
ravers de  
précision  
e mouve-  
semble de  
surrexion,  
Une telle  
erchèrent  
être, eux  
aux pro-  
aisons, à

nous ont  
tenir sur  
ents hori-  
ablement

ous inspi-  
a et nous  
ersité de  
fectué au



éments.

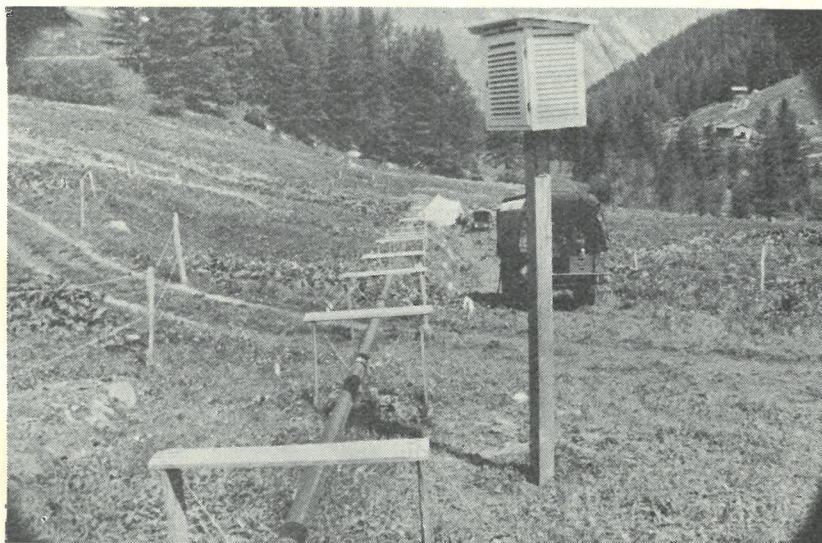


Fig. 2. Le tube en place au val Ferret.

### 3. Description de l'expérience

L'interférométrie laser est une technique très délicate qui a été utilisée fréquemment en métrologie pour des mesures de très grandes précisions ( $1/10^6$  de micron,  $10^{-7}$ m). Nous avons tenté cette expérience avec le système à laser Hewlett-Packard qui nous fut gracieusement prêté à cette occasion tout d'abord par la maison Hewlett-Packard, puis par le Service fédéral des poids et des mesures à Berne. Ces appareils sont prévus pour des conditions de laboratoires ou des galeries souterraines à température parfaitement stable, alors que nous devons travailler à l'air libre. Nous avons donc dû prévoir des systèmes très performants pour enrayer les effets des grands changements de température, systèmes que nous avons testé avec succès. Le montage définitif se composait:

- de l'interféromètre à laser;
- d'un tube de 10 cm  $\varnothing$  en acier, de 100 m de longueur en éléments de 4 m, dans lequel on faisait le vide et où passait le rayon;
- de deux fers en H plantés dans le sable contenu dans des fosses de 2 m de profondeur qui matérialisaient les points entre lesquels la distance était mesurée.

Le sable permet un ancrage de très bonne qualité car il intègre les petits mouvements parasites du milieu environnant, évitant beaucoup de bruits de fond. Notre mesure consistait à surveiller, au 1/10<sup>e</sup> de micron près, la variation de la longueur (100 m) entre les deux fers. Nous étions placés en diagonale sur la faille présumée, ce qui devait permettre d'enregistrer tous les éventuels mouvements.

Le temps nous a manqué pour réussir cette expérience qui a parfois pris des airs de course contre la montre. Les conditions d'emploi du laser étaient trop éloignées des conditions normales, ce qui a provoqué toute une série de pannes: notre pompe à vide (prêtée par l'Institut de Physique de l'Université de Lausanne) fut endommagée par la foudre, le terrain prévu pour l'implantation de l'expérience est resté sous la neige un bon mois de plus que prévu; il n'a ainsi pas été possible de tirer de cette expérience tout ce qui était prévisible. En plus, il s'est avéré très délicat et difficile d'orienter correctement le laser sur le réflecteur et l'orientation se dérèglait au bout d'un temps très court. Nous n'avons ainsi jamais pu obtenir plus d'une demi-heure d'enregistrement en continu, peut-être à cause de modifications dimensionnelles de la cavité du laser par des échauffements dissymétriques parasites. Nous avons tout de même pu vérifier la qualité mécanique du montage: de vigoureux efforts sur le tube ne produisaient aucun effet appréciable alors qu'à peine on touchait aux fers en H, la mesure s'en trouvait affectée de manière réversible. Le système était donc convenablement isolé des perturbations et cela constitue déjà un succès car il était admis que de telles mesures ne pouvaient se faire au grand air. Il reste à mettre au point un appareillage de mesure plus fiable et plus résistant pouvant être un vrai appareil de terrain.

#### 4. Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier ici l'Institut de géologie de l'Université de Lausanne en la personne de M. BURRI et de ses assistants D. AUBERT, R. ARN et G. NICOD. Sans eux ce travail n'aurait jamais pu être fait. J'ai aussi trouvé toute la bonne volonté et la compétence désirable en plus d'une aide matérielle très précieuse à l'Institut de physique de l'Université de Lausanne ainsi qu'à l'EPFL où MM. MERCIER, HOWALD et MISEREZ nous ont toujours fait le meilleur accueil. N'oublions pas la maison Hewlett-Packard avec M. TERENCEFF, le Service topographique fédéral et le Service fédé-



intègre les  
beaucoup  
1/10<sup>e</sup> de  
deux fers.  
qui devait

a parfois  
emploi du  
provoqué  
institut de  
la foudre,  
é sous la  
ossible de  
ts, il s'est  
er sur le  
rès court.  
d'enregis-  
sionnelles  
asites.  
montage:  
préciable  
trouvait  
ablement  
ait admis  
te à met-  
tant pou-

géologie  
et de ses  
ce travail  
e volonté  
précieuse  
l'EPFL  
jours fait  
ard avec  
ice fédé-

ral des poids et mesures qui tous ont fait ce qui était en leur pouvoir pour nous aider. Le financement de l'expérience a été assuré par les fonds HERBETTE (Faculté des sciences de l'Université de Lausanne) et Dr I. MARIETAN (Murithienne) sans l'aide desquels tout travail aurait été impossible.

### 5. Ouvrages consultés

- BERGER J. et LOVBERG R.H. 1970. *Earth strain measurements with a laser interferometer*. Science 170 (3955): 295-303.
- BURRI M. et GRÜNER E. 1976. *Phénomènes d'instabilité dans la vallée des Drances (Valais)*. Eclog. Geolog. Helv. 8: 72-82.
- GOULTY N.R. 1976. *Strainmeters and Tiltmeters in Geophysics*. Tectonophysics 34: 245-256.
- GOULTY N.R., KING G.C.P. et WALLARD A.J. 1974 *Iodine stabilised strainmeter*. Geophysy. J.R. Astr. Soc. 39: 269-282.
- PAVONI N. 1975 *Recent crustal movements*. in First report of Switzerland, July 1975. S.C.I.G.P.
- SCHAER J.-P. 1972. *Géologie des Alpes*. in Guide du naturaliste dans les Alpes. Neuchâtel. Delachaux et Niestlé.
- TERENTIEFF A. 1976. *A modern laser interferometer. Realisation and application*. Hewlett-Packard.
- VALI V. et BOSTROM R.C. 1968. *A thousand meters laser interferometer*. Rev. Sc. Instr. 39: 1304-1306.