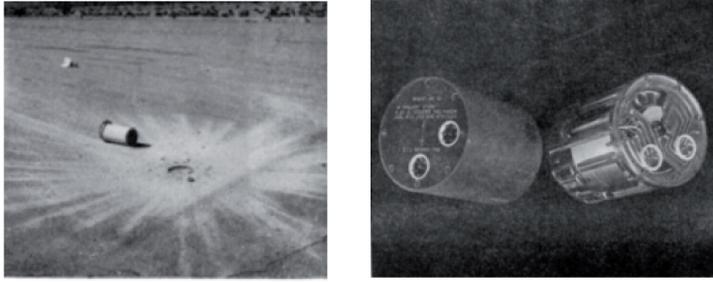


## RANGER 3,4 et 5

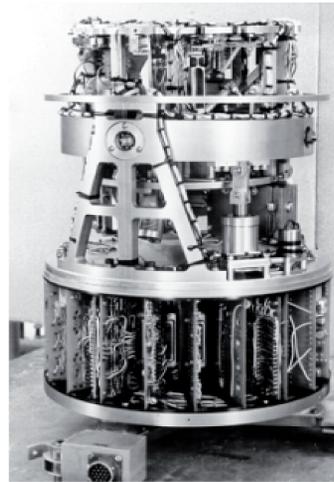


Quatre années après Spoutnik 1, un sismomètre partait déjà à la conquête de la Lune. Une partie de tests de cet instrument consistait à le laisser tomber d'un hélicoptère sur une route bétonnée!

Le sismomètre de ces sondes fut développé par le laboratoire de Sismologie de l'Institut Californien de Technologie (CalTech) dès 1959. Trois sismomètres furent lancés en 1961 et 1962 mais aucun n'atteignit la Lune car toutes ces missions furent des échecs.

Le sismomètre se trouvait dans une sphère de balsa destinée à amortir l'impact. Cette sphère devait être éjectée par la sonde au dernier moment, puis ralentie par une rétro-fusée, afin de ne toucher le sol qu'à 270 km/h. Le sismomètre avait une masse de 3.45 kg, et pouvait résoudre un déplacement du sol de 3 nm ( $3 \cdot 10^{-9}m$ ) aux périodes proches de 1sec. La masse inertielle du capteur était bloquée par un fluide (h-heptane), qui devait être évacué automatiquement après l'impact. Le capteur pouvait ainsi résister à un choc de 3000 g.

## APOLLO 11, 12, 14, 15 et 16



Le Laboratoire Lamont de l'Université de Columbia, près de New-York était responsable de ces instruments. Ils furent initialement conçus pour les missions Surveyors, qui prirent la suite du programme Ranger jusqu'en 1967. Mais suite à des problèmes de masse, aucune sonde Surveyor n'a pu embarquer de sismomètre.

La première mission humaine Apollo 11 fut donc aussi la première mission réussie en sismologie planétaire, et par la suite, un sismomètre fut déployé à chaque mission.

L'instrument était beaucoup plus gros d'une masse de 11.5 kg intégrant des capteurs longue période et courte période et leur électronique. La puissance consommée variait entre 4.3 et 7.5 Watts. Les performances de ce capteur étaient extraordinaires pour l'époque, et il était ainsi capable de détecter 0.5 Å de déplacement autour de 2 sec. Le capteur déployé par la mission Apollo 11 fonctionnait grâce à des panneaux solaires et ne survécut pas à la nuit lunaire. Par la suite, les capteurs utilisaient des générateurs électriques nucléaires, qui leurs assurèrent un fonctionnement permanent, y compris aux très basses températures (100 K) des nuits lunaires. En septembre 1977, la NASA décida de mettre fin au fonctionnement des quatre sismomètres déployés et leur envoya un ordre d'arrêt.

## VIKING 1 & 2

Le sismomètre de ces sondes fut développé par le laboratoire de sismologie de l'Institut Californien de Technologie (CalTech). La faible masse allouée pour cet instrument rendait impossible l'utilisation des sismomètres lunaires. D'une masse de 2.2 kg, il permettait de détecter 20 Å de déplacement. Seul un des sismomètres fonctionna sur Mars. Mais, situé sur la sonde, il mesura la plupart du temps les vibrations de cette dernière sous l'effet du vent martien et non le mouvement du sol. Seul un événement semblable à un séisme fut détecté, mais cet événement pourrait être aussi lié à un coup de vent...



Sismomètre Exomars

## MARS 96

Ce fut la première expérience française en sismologie planétaire, réalisée par l'IPGP, la Division Technique de l'INSU et les sociétés SODERN pour le capteur et SOREP pour l'électronique. Localisés dans les petites stations de la sonde Mars96, les deux sismomètres devaient avoir un fonctionnement complètement automatique et avaient une puissance extrêmement faible de 50 mW, 50 à 100 fois moins que les expériences Viking ou Apollo! De plus, le capteur devait survivre au choc de la station lors de son atterrissage : cette dernière, protégée par des « airbags », devait en effet arriver à la surface de Mars avec une vitesse de 100 km/h. La masse du sismomètre était de 405 grammes, à laquelle s'ajoutait environ 200 grammes d'électronique. La sensibilité du capteur lui permettait de détecter des mouvements du sol de 5 Å. Les deux sismomètres furent perdus dans le Pacifique lors de l'échec de la mission en 1996.



L'intérieur du capteur OPTIMISM. On remarque le ressort qui supporte la masse sismique, ainsi que son pivot. Mise sous vide et protégée par une enceinte en titane, cette partie est supportée par un cardan assurant la mise à poste.



Sismomètre Exomars

## SELENE-2, LUNETTE, GEMS...

De nouveaux capteurs sont en développement pour l'exploration de la Lune et de Mars en France. Pour l'IPGP et SODERN, il s'agit de la seconde génération de sismomètre planétaire, après 10 ans d'amélioration des performances depuis 1996.... D'une masse inférieure à deux kilogrammes, ils mesureront les accélérations verticales et horizontales à la fois à longue période et à courte période. Ce nouveau capteur pourra détecter des mouvements du sol inférieurs à 0.1 Å, tout en maintenant sa résistance au choc de l'atterrissage.

