

Le Sismographe « de Quervain-Piccard » de l'Observatoire de Neuchâtel

Quand la Terre faisait trembler les horloges de précision...

Romain Jeanneret¹, Tobias Schenkel¹, Christian Degrigny¹, Damien Tournache², Guillaume Rapp¹, Olivia Mooser¹, Manon Raïs¹, Audrey Liardon¹, & Anaïs Vecten¹

¹Haute Ecole Arc de Conservation-restauration. Espace de l'Europe 11, 2000 Neuchâtel, Suisse.

²Ecole Centrale de Nantes. 1 Rue de la Noë, 44321 Nantes, France.

Keywords : Sismographe, Détermination de l'heure, Observatoire de Neuchâtel, Patrimoine technique, Patrimoine in situ, Mécanique de précision.

Introduction

En 1858, l'Observatoire de Neuchâtel voit le jour avec la mission de déterminer, conserver et transmettre l'heure exacte pour dynamiser l'industrie horlogère helvétique. Cette heure était destinée aux gares, industries locales et écoles d'horlogerie des environs. Au fil des années, la précision nécessaire pour la détermination de l'heure ne cessera d'augmenter. Les plus petites variations de température, de pression atmosphérique ou les vibrations du sol perturbaient la bonne marche des horloges fondamentales de l'Observatoire. Si les variations des deux premiers facteurs étaient résolues en employant des horloges sous cloches de verre fonctionnant sous pression constante et en les installant au sous-sol dans un climat stable, il était impossible de s'affranchir des vibrations de la Terre. L'enregistrement des ondes sismiques devait permettre à l'Observatoire de Neuchâtel de relever les perturbations des horloges de précision lors de séismes et de les corriger en conséquence. L'Observatoire de Neuchâtel s'équipe en 1926 d'un sismographe développé par Alfred de Quervain et Auguste Piccard. Celui-ci est équipé d'une masse statique suspendue de 18 tonnes. Situé dans le sous-sol de l'Observatoire de Neuchâtel et fixé au sol par un imposant bâti en béton armé, le sismographe « de Quervain-Piccard » est un monstre parmi les instruments scientifiques. Aujourd'hui, l'Observatoire de Neuchâtel est devenu un site patrimonial et le sismographe n'est plus entretenu. La masse statique de 18 tonnes a malheureusement été déposée en démontant sa suspension à ressorts entraînant des dégâts irrémediables sur le mécanisme.

La Haute Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel (CH), par le biais de l'enseignement en atelier de Conservation-restauration et de deux projets de recherche (OBS & Schema-Tec), étudie les mécanismes et les traces du temps sur le sismographe pour en comprendre son histoire, son fonctionnement et son état de conservation. Par une méthode de documentation basée sur des photographies optimisées, des schémas fonctionnels et des animations virtuelles (méthodologie Schema-Tec) développée par des conservateur-restaurateurs et des ingénieurs, la technologie atypique du sismographe « de Quervain-Piccard » a pu être redécouverte. Cette documentation est volontairement intuitive et construite de façon à rendre les mécanismes complexes les plus accessibles à tous. Elle permet par ailleurs, et à partir du constat d'état, d'établir le diagnostic et de proposer des interventions argumentées et discutées de manière pluridisciplinaire.

Rappel historique sur l'Observatoire de Neuchâtel et l'installation d'un sismographe

La naissance de l'observatoire de Neuchâtel

De retour de l'Exposition Universelle de Paris en 1855, les horlogers neuchâtelois font remarquer aux autorités politiques la nécessité d'une institution officielle et reconnue pour la certification des chronomètres de précision. Jusqu'alors les horlogers eux-mêmes fournissaient des tables de

réglage spécifiant la marche du produit. Toutefois, ces tables deviennent désuètes depuis que des certificats sont délivrés aux horlogers anglais et français par les observatoires de Genève, Besançon ou Kew (sud-ouest de Londres). Pour concurrencer ce marché florissant et vue la nécessité d'une certification officielle, Adolph Hirsch est mandaté en 1858 par l'Etat de Neuchâtel pour concevoir et diriger un nouvel observatoire. Le rôle de cette nouvelle institution est triple : déterminer et conserver l'heure astronomique, diffuser par voie télégraphique l'heure exacte aux villes et aux centres horlogers de la région et délivrer des certificats de marche de chronomètre de précision (Guyot, 1938).

Un observatoire chronométrique pour conserver le temps

L'heure astronomique est déterminée par des observations nocturnes à l'aide d'une lunette méridienne permettant d'examiner précisément le passage d'étoiles de référence au méridien. Les heures de passage de ces étoiles étaient connues et compilées dans des tables. Une fois l'heure du lieu déterminée, des garde-temps, où horloges fondamentales, étaient remises à l'heure pour la conserver. Ces horloges de haute précision servaient ensuite de référence pour la certification des chronomètres et la diffusion de l'heure. Comme les observations nécessitaient une nuit claire et qu'à Neuchâtel il y en a, en moyenne, 60 par année, il fallait que ces horloges conservent le temps avec un minimum de déviation pendant plusieurs jours. Chaque horloge fondamentale, même avec une conception soignée et des réglages fins et maîtrisés déviait plus ou moins de l'heure exacte, jour après jour. Les facteurs environnementaux comme les variations de température, la pression atmosphérique amplifiaient encore davantage la déviation des horloges. A l'époque, on savait évaluer selon l'horloge et selon les conditions environnementales, quelle correction – quelques fractions de secondes - il fallait appliquer à l'heure « affichée » pour en déduire l'heure exacte entre deux déterminations astronomiques. Durant les années qui ont suivi et jusqu'à ce que les horloges à quartz soient fiabilisées au tout début des années 50 (Trueb, 2012), l'Observatoire n'a eu de cesse de s'équiper des horloges fondamentales mécaniques les plus précises, les plus fiables et les moins sensibles aux variations climatiques. Les derniers modèles d'horloges mécaniques acquis par l'observatoire, à savoir trois régulateurs « Leroy » à pression constante, illustrent parfaitement cette volonté de s'affranchir des perturbations climatiques. Les rouages fonctionnaient dans une enceinte étanche à basse pression pour limiter les frottements de l'air et l'impact de l'humidité. Les horloges étaient aussi enterrées dans les sous-sols de l'observatoire dont les murs étaient recouverts de plusieurs centimètres de liège pour limiter au maximum les variations de température. Les horloges étaient également fixées directement sur la roche mère à l'aide de socles en béton. Il est intéressant de spécifier ici que ces facteurs climatiques impactaient autant sur le mécanisme à cause de la dilatation thermique que sur les propriétés des lubrifiants utilisés. Malgré cela, on observait toujours des déviations inattendues dans la marche de ces horloges, survenant aléatoirement et ne pouvant être corrélées avec des facteurs externes habituels. Ici, c'est l'activité sismique qui semblait être responsable de petites vibrations et secousses perturbant la bonne marche des gardes temps de l'observatoire. En 1911, le directeur de l'époque, Louis Arndt, décide d'équiper l'observatoire d'un sismographe du type

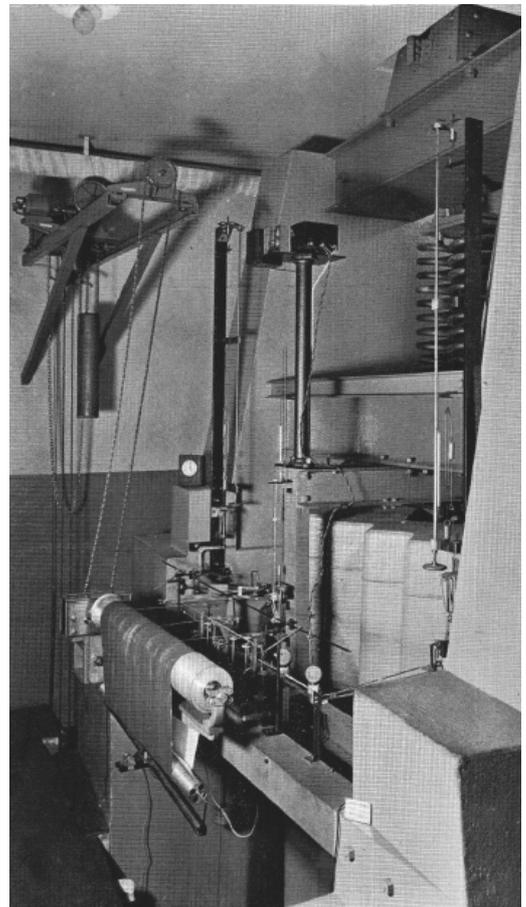


Fig. 1: Photographie du sismographe « de Quervain-Piccard » en 1929 (In Arndt, 1932)

« Mainka » équipé d'une masse de 140 kg. Celui-ci permettra d'étudier et de confirmer la relation entre les tremblements de terre et les *perturbations* de marche des horloges fondamentales. 16 ans plus tard, l'Observatoire installe un nouveau sismographe développé par Alfred de Quervain et Auguste Piccard (fig.1). (Arndt, 1932)

L'installation du sismographe « de Quervain-Piccard » à l'Observatoire de Neuchâtel

L'installation du sismographe « de Quervain-Piccard » à Neuchâtel se fait avec l'encouragement du Service sismologique suisse qui désire établir une troisième station pour compléter son service de mesure. Un sismographe « de Quervain-Piccard » avait déjà été installé à Zürich en 1922 et comblait toutes les attentes de ses concepteurs (Service Sismologique Suisse, 2014). Après un deuxième installé à Coire, un troisième appareil de mesure du même type était nécessaire pour trianguler précisément l'épicentre des séismes. C'est l'observatoire de Neuchâtel qui a été choisi pour accueillir le sismographe et l'entreprise Trüb, Täuber & Cie de Zürich qui se chargea de sa fabrication. Le Technicum du Locle et l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (EPFZ) participèrent respectivement à la construction d'un système motorisé de remontée des poids et aux calculs des ressorts (Arndt, 1932).

Le projet initial prévoyait d'excaver 150m³ de roche pour permettre l'installation du sismographe dans le sous-sol du deuxième bâtiment de l'observatoire, le Pavillon Hirsch (fig.2 & 3). La roche était extrêmement dure et l'utilisation d'explosifs proscrite de par les activités de l'observatoire. Des secousses imperceptibles par l'homme perturbaient déjà la marche des horloges fondamentales. De nouveaux calculs effectués par A. de Quervain permettront de diminuer la longueur de la tige de suspension et par là-même la profondeur d'excavation du sous-sol. La décision est également prise de pratiquer une ouverture au plafond de la salle du sismographe pour laisser dépasser d'environ 80 cm la tige du pendule dans la salle de la commission à l'étage. Deux salles attenantes sont aussi aménagées pour permettre la préparation du papier d'enregistrement. Une d'elles est munie d'une bouche d'aération avec ventilateur électrique pour permettre d'y fabriquer le noir de fumée en brûlant du pétrole puis d'en recouvrir le papier d'enregistrement.



Fig.2 : Vue du pavillon Hirsch

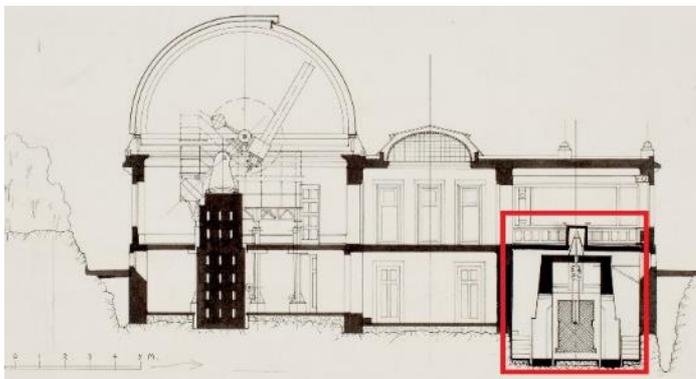


Fig.3 : Plan de coupe du pavillon Hirsch avec aménagement du sismographe (cadre rouge).

L'installation du sismographe est terminée en 1927 mais il faudra encore attendre 1 an et demi pour que les réglages finaux soient effectifs et que le sismographe soit expertisé par le Service sismologique suisse. L'installation d'un système de compensation thermique électrique s'avéra contre-productif et des compensations manuelles et saisonnières sont décidées par l'ajout de contrepoids au niveau des pantographes (Trueb, 2012).

Le sismographe fonctionnera comme instrument scientifique jusqu'en 1980. Pendant les 10 dernières années d'activité, il côtoya des appareils électroniques beaucoup plus précis et nettement plus petit (Babey, 2003).

Quelques notions de sismologie

Le sismographe « de Quervain-Piccard » est dit universel. Il permet d'enregistrer autant les tremblements de terre proches que lointains. Bien qu'il puisse enregistrer des séismes de l'autre côté de la planète, il a surtout été utilisé scientifiquement pour mesurer des séismes dans un rayon de 700 km. Lors d'un tremblement de terre, deux types d'ondes sismiques sont émises : les ondes superficielles et celles se propageant dans les profondeurs. Les ondes superficielles (L et W) sont surtout mesurées pour les séismes lointains et les ondes se propageant dans la terre (P et S) pour les séismes locaux. Les ondes P sont dites primaires et longitudinales, les ondes S secondaires et transversales. Le sismographe « de Quervain-Piccard » permet de mesurer les ondes selon 3 axes : X et Y (horizontaux) et l'axe Z (vertical). Un tremblement de terre donnera donc trois tracés. Sur un relevé de mesure (sismogramme), le début de l'enregistrement de ces ondes se distingue par un changement d'amplitude et de période (fig.4a). Les ondes P et S ont une vitesse de déplacement différente, respectivement 6 kilomètres par seconde et 3,5 kilomètres par seconde, moyennant quelques variations en fonction de la nature du sol. Selon l'écart entre les moments d'arrivée où ces deux ondes, il est possible de calculer la distance séparant le point d'émission de l'onde (épicerentre ou foyer du séisme) par rapport à la station de mesure (sismographe). L'épicentre se trouve sur le périmètre d'un cercle tracé autour de la station de mesure correspondant au rayon de la distance calculée. (Guyot, 1937)

L'intersection des trois cercles issus des trois centres de mesure indique la position de l'épicentre du séisme (fig.4b) :

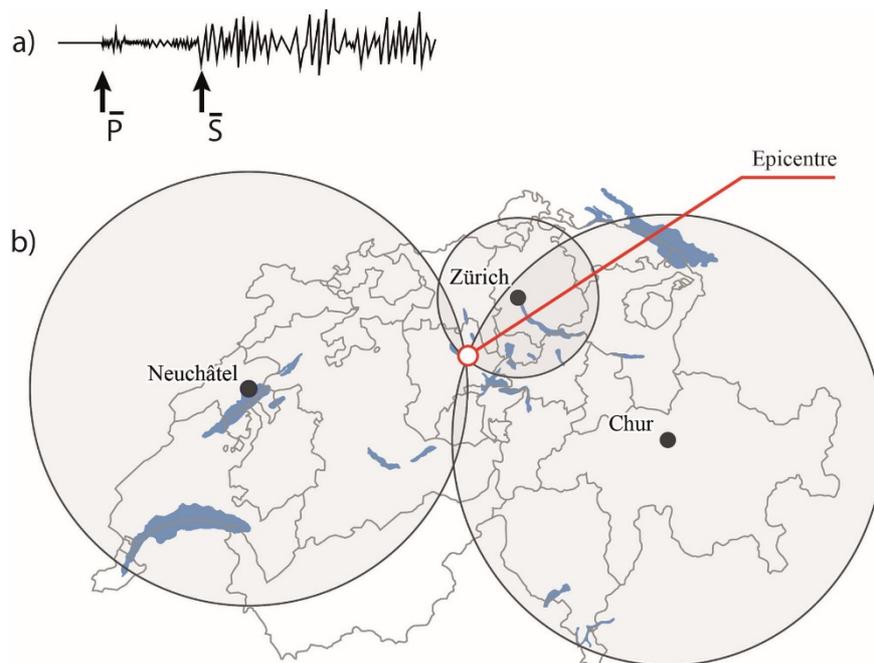


Fig.4 : Illustration expliquant la détermination de l'épicentre d'un séisme (fictif) par triangulation des distances calculées en comparant le décalage des ondes P et S des trois sites équipés d'un sismographe « de Quervain-Piccard ».

Le sismologue pourra exploiter davantage d'information que la seule définition de l'épicentre. Le tracé dépendra du foyer, du parcours de l'onde dans le sol et du système de mesure. Puisque l'on connaît le troisième et que l'on calcule le premier, il est possible d'étudier le parcours effectué par l'onde dans le sol. L'étude des ondes sismiques permet d'émettre des hypothèses sur les types de sols qui séparent le foyer du sismographe. Ce type de recherche se fait aussi en générant volontairement des séismes à l'aide d'explosifs dont la puissance est connue puis d'observer le résultat de l'onde après avoir parcouru des kilomètres dans le sol.

Louis Arndt dans son rapport sur la station sismologique de l'Observatoire de Neuchâtel (Arndt, 1932) nous renseigne, sur quelques phénomènes enregistrés par le sismographe, témoignant de la sensibilité de l'instrument. On a pu donc lire sur les enregistrements : l'horaire complet des trains de la ligne Neuchâtel Berne lorsque les roues du train passent sur les joints entre deux rails, les oscillations créées par les vagues de l'océan atlantique lors de dépression sur les côtes de France et d'Angleterre ainsi que divers travaux alentours, chutes d'arbres, foudre, et même certains épisodes de vent.

Fonctionnement du sismographe de Quervain-Piccard

Généralités

La HE-Arc Conservation-restauration a initié un projet de recherche (Schema-Tec) visant à développer une méthodologie de représentation schématique et un langage de description des objets scientifiques, techniques et horlogers. L'étude de ces objets s'avère complexe et la compréhension précise de leur fonctionnement un enjeu primordial pour interpréter leur état matériel et déterminer des stratégies de traitement de conservation-restauration. Cette méthode est développée conjointement entre la HE-Arc CR (son unité de recherche et l'orientation conservation-restauration des objets STH) et la Zürcher Hochschule der Künste (ZHDK). Ponctuellement des étudiants en ingénierie sont sollicités dans le cadre de stages de leur cursus de formation. Aussi, la quasi intégralité des illustrations présentées dans ce document ont été réalisées par les étudiants en conservation-restauration et en ingénierie.

Pour faciliter la compréhension d'un mécanisme complexe, et donc ici du sismographe « de Quervain-Piccard », l'objet sera divisé en organes fonctionnels (fig.5). Ceux-ci, représentant les fonctions globales de l'objet qui sont ensuite détaillés dans des sous-chapitres. Leurs formes et fonctions y sont illustrées par des schémas fonctionnels. Pour cet article, seule une sélection de ces illustrations est proposée dans le but de faire comprendre le fonctionnement global du sismographe « de Quervain-Piccard ». L'étude approfondie du système d'amplification de l'axe Z est réalisée pour présenter plusieurs niveaux de visualisation développés dans le cadre du projet Schema-Tec.

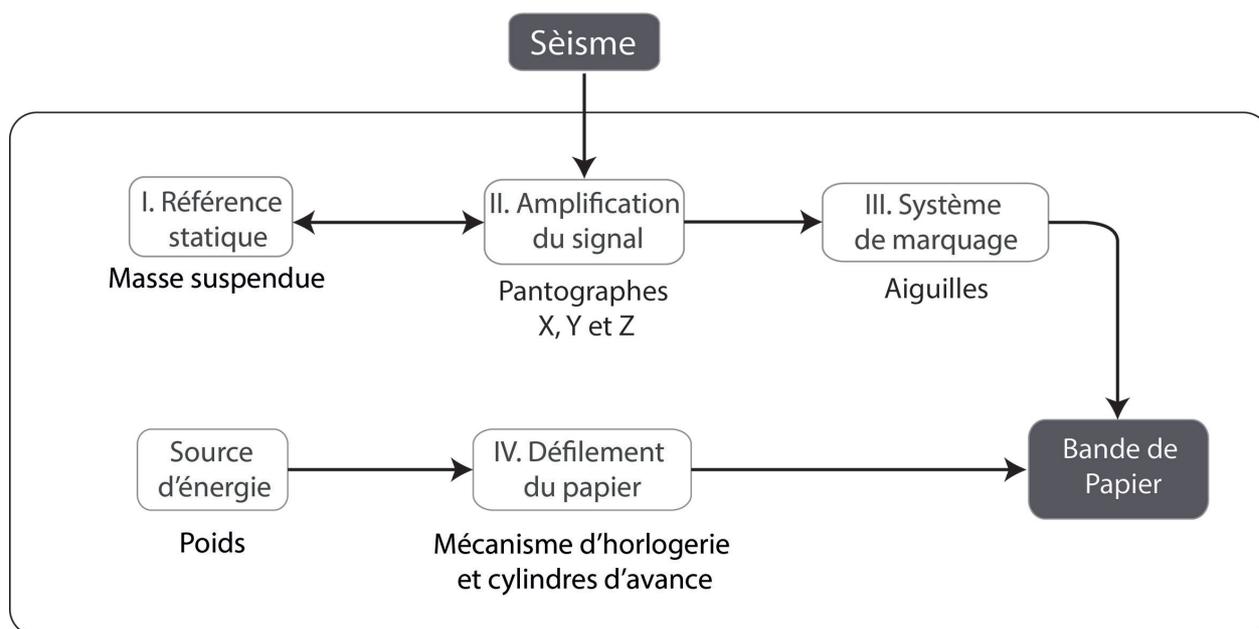


Fig.5 : Organigramme fonctionnel simplifié indiquant les organes principaux et leurs interactions.

I. La référence statique : la masse suspendue

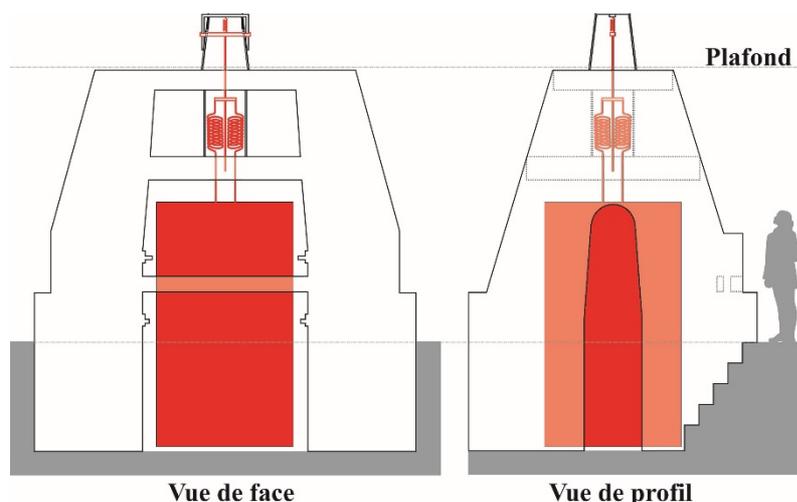


Fig.6 : Illustration de localisation « Locator » de la masse et du ressort de suspension (en rouge) par rapport au bâti.



Fig. 7 : Photographie optimisée de la masse, le reste des organes étant en grisé.

Le principe d'un sismographe est d'amplifier puis d'enregistrer les tremblements de la terre par rapport à une référence avec une telle inertie, qu'elle est considérée comme statique. Le sismographe « de Quervain-Piccard » est solidaire de la terre par son bâti, une construction massive de plus de 4,7 m³ de béton armé. La masse statique de 18 tonnes (fig.6 et 7) est faite de lingots d'acier d'obus coulés mis à disposition par le département militaire fédéral. (Babey, 2007).

II. L'amplification du signal : les pantographes

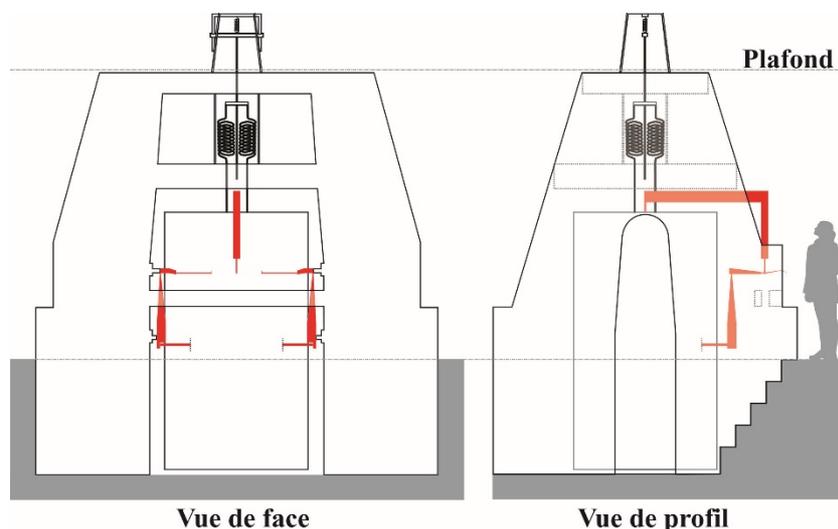


Fig.8 : Illustration de localisation « Locator » des pantographes X, Y et Z

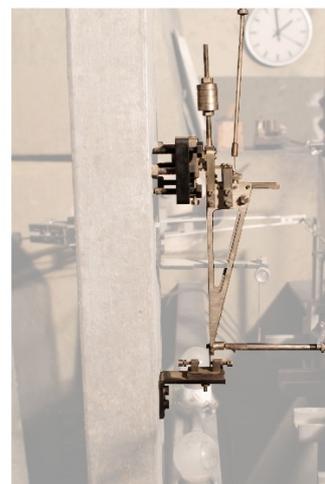


Fig.9 : Photographie-optimisée de détail du pantographe Z (levier de réglage)

Le mouvement relatif entre le bâti du sismographe (dynamique) et sa masse suspendue (statique) est amplifié par des pantographes (fig.8 et 9) puis marqué par des aiguilles sur un cylindre de papier noirci. La mesure des tremblements de terre se fait ici dans les trois axes X (nord-sud), Y (Est-Ouest) et Z (vertical). Les vibrations de l'axe X sont amplifiées 1660x, celles de l'axe Y

1760x et l'axe Z 1830x. (Guyot, 1937). Ces valeurs semblent varier fort peu et ces différences permettaient, d'avoir une meilleure corrélation entre les mouvements sismiques et l'amplitude des tracés. Cela permettait aussi de corriger des variations de température au sein même de la salle du sismographe. En effet, la sensibilité des pantographes est telle que Arndt écrit au sujet de perturbations: « [...] *le poids d'une araignée microscopique qui se promène sur le mécanisme est amplifié 1600 fois ; une variation de température d'un centième de degré dans le voisinage des ressorts de suspension produit un écartement de l'aiguille de la composante verticale de 1mm sur le papier d'enregistrement. [...]* » (Arndt, 1932). Ce commentaire d'archive donne un petit aperçu de la sensibilité extrême de l'instrument et de la rigueur nécessaire à son bon fonctionnement.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de cette amplification, nous proposons ici de détailler le pantographe de l'axe Z – de la masse jusqu'à l'aiguille d'inscription. Cet organe doit pouvoir capter, transmettre, amplifier et inscrire les vibrations de l'axe z et avec une multiplication du mouvement de plus de 1800 fois. Le principe physique d'amplification est simple puisqu'il s'agit d'exploiter le principe de bras de levier. Cela est effectué par trois leviers - le grand levier (A), la tige de commande (B), levier de réglage (C) et le pivot de l'aiguille (E) (fig.10). Le point de rotation du grand levier est situé à l'une de ses extrémités. Le point de rotation est solidaire de la masse par une liaison rotulaire (1) et est donc totalement statique. Lors d'un séisme, les vibrations sont transmises au levier par une liaison avec le bâti (2). Ce point de contact est conçu de sorte à transmettre l'énergie du séisme sans jeu, sans perte d'énergie et tout en étant flexible pour permettre au levier de pivoter sur son axe. La solution technique appliquée consiste en un assemblage de deux lames métalliques dont l'axe de rotation est défini par leur point médian. Pour que l'amplification soit maximale, la distance entre le point de rotation du grand levier et sa liaison avec le bâti est réduite au maximum. Une vibration, même minime se propage dans la longueur des lames pour être transmise au levier et être amplifiée grâce au bras de levier (fig 10). Sur l'illustration le pantographe de l'axe Z est représenté selon deux niveaux d'abstraction. L'illustration du haut, détaille tous les composants et se rapproche de l'aspect réel des pièces. Cette illustration permet de montrer le pantographe Z en entier, à l'échelle et sans déformation ce qui est impossible à réaliser avec une photographie puisque des pièces cache le pantographe et que les accès sont limités. Celui du bas, dit schéma cinétique, permet d'illustrer le mouvement des leviers en représentant leur degré de liberté.

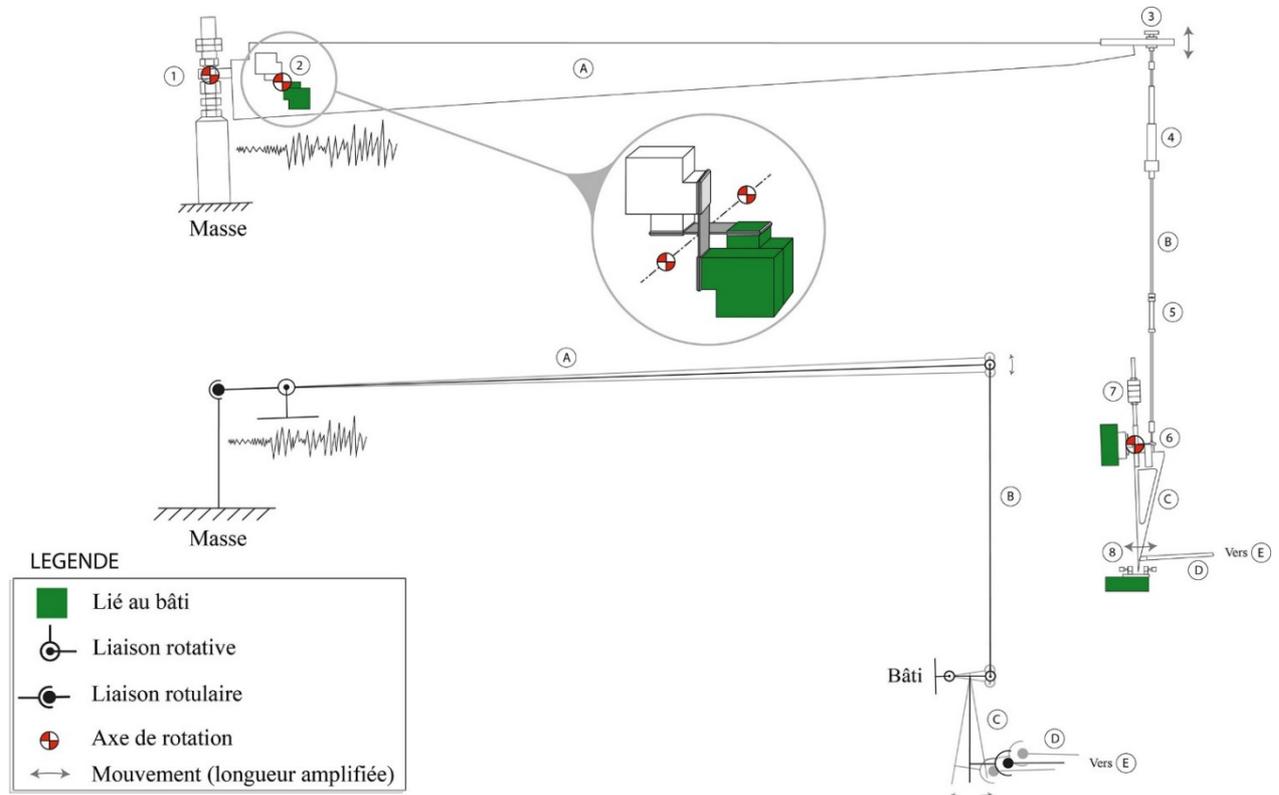


Fig.10 : illustration fonctionnelle du pantographe de l'axe Z

Le mouvement amplifié est ensuite transmis à une tige de commande (B) grâce à la molette (3). Cette tige de commande transmet le mouvement au levier de réglage (C). La tige de commande est équipée d'un piston (4) qui permet d'absorber les mouvements dans le cas où le levier de réglage entre en contact avec les butées (8) servant à empêcher des dégâts au niveau de l'aiguille en cas de mouvement trop important. Des poids amovibles (7) et une molette (6) réglant la position du point de rotation du levier de réglage servent à modifier son facteur d'amplification. Un système de réglage (5) permet aussi de régler la longueur de la tige (B). Par ces réglages on pourra corriger l'impact des variations de température sur l'amplification et définir la position de référence de l'aiguille d'enregistrement.

III. Le système de marquage: les aiguilles

Une fois le mouvement arrivé au poussoir (D), celui-ci le transmet au pivot de l'aiguille (E). Le système de pivot de l'aiguille est basé sur un ressort et un fil. Le ressort et la liaison de guidage (10) permettent de faire une liaison souple par rapport au bâti tandis que le fil et son support (11) assurent un axe de rotation au pivot. L'aiguille est ensuite posée sur le pivot (12). En parallèle un système d'aimant permanent est placé sur le système de pivot afin de stabiliser les aiguilles et de les replacer au centre entre chaque onde. L'enregistrement du sismogramme se fait de manière similaire pour les trois aiguilles (X, Y et Z) qui viennent gratter le noir de fumée sur le papier à mesure que celui-ci défile sous leurs pointes. (fig.11)

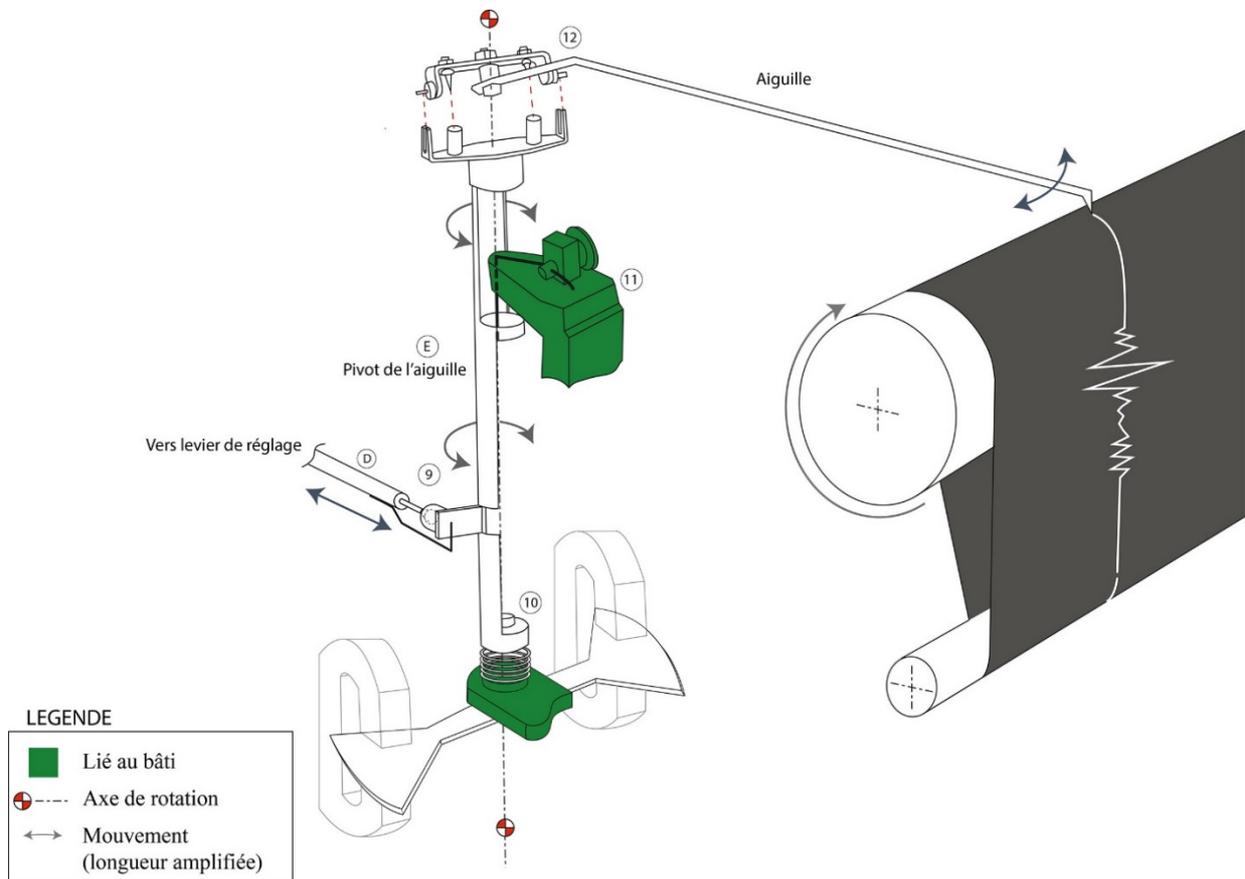


Fig.11 : illustration du mouvement de l'aiguille Z pour l'enregistrement des séismes.

IV. Le défilement du papier : Mécanisme d'horlogerie et cylindres d'avance

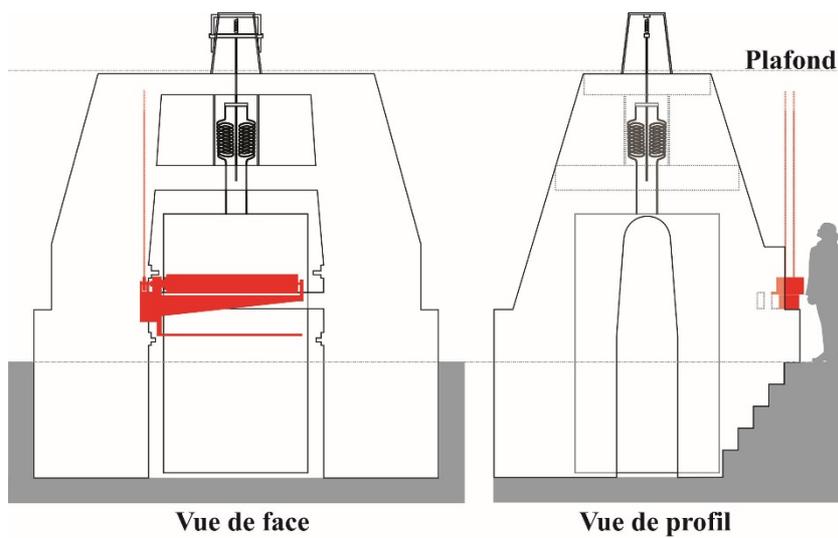


Fig.12 : Illustration de localisation « Locator » du défilement du papier

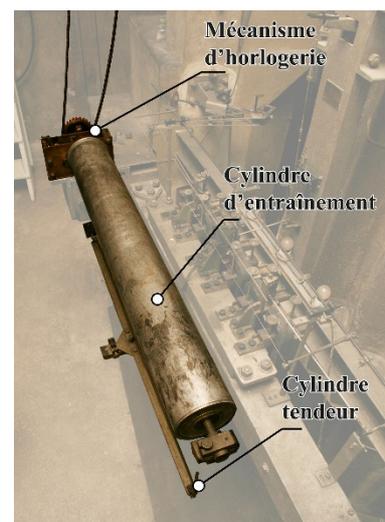


Fig.13 : Photographie optimisée de l'organe de défilement du papier

La bande de papier est maintenue entre un cylindre d'entraînement et un cylindre tendeur (fig.12

et 13). Le papier défile sous les aiguilles selon un mouvement rotatif et un mouvement de translation. La vitesse de rotation du papier est régulée par un mécanisme d'horlogerie dont l'énergie est fournie par la chute d'un poids. La vitesse de rotation du mécanisme est stabilisée par un régulateur centrifuge qui vient frotter contre un frein en feutre et équilibre tout le système. Le mouvement de translation du papier est effectué en désalignant le cylindre tendeur par rapport au cylindre d'entraînement, ce qui va créer une tension latérale dans le papier, le forçant à translater à mesure que le cylindre d'entraînement pivote. La figure 14, montre le système de défilement du papier :

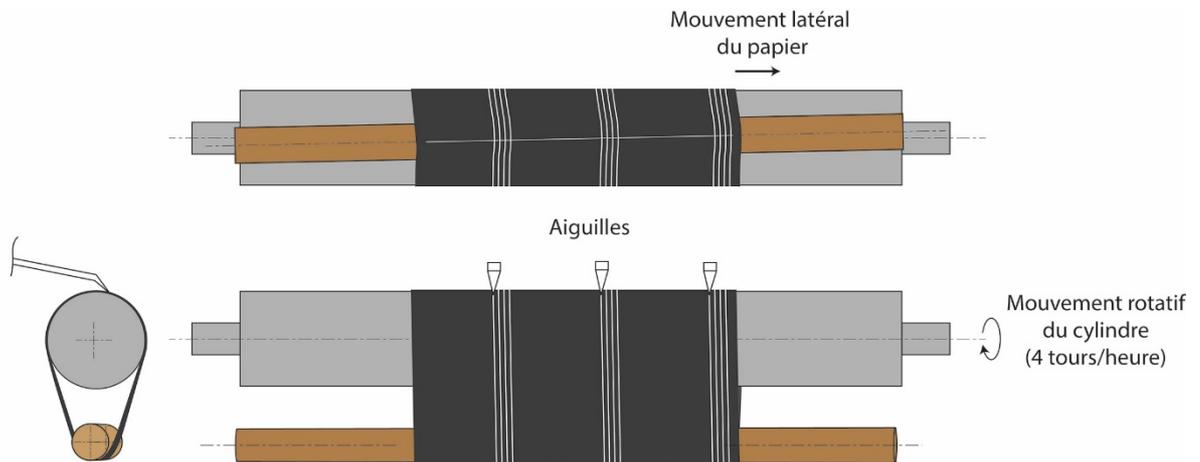


Fig.14 : Illustration du système de défilement du papier du sismographe sous les aiguilles d'enregistrement.

Une bande de papier permet d'effectuer des mesures sur une journée, après quoi il est changé. Pour connaître l'heure de survenance d'un séisme, les aiguilles sont relevées périodiquement afin d'interrompre le marquage et ainsi indiquer la temporalité sur le sismogramme. Comme la vitesse de défilement est constante (1 min = 60 mm), il suffit de mesurer la longueur séparant l'un de ces relevages et le début de l'inscription de l'onde pour déterminer l'heure à laquelle la mesure avait eu lieu. Le relevage des aiguilles est assuré par un électro-aimant. Celui-ci reçoit des signaux électriques réguliers, envoyés par une horloge munie d'un interrupteur électrique se fermant, une fois toutes les minutes. La force électromagnétique créée par l'électro-aimant traversé par le courant électrique entraîne le pivotement d'un levier et le soulèvement des aiguilles. Ce système de relevage, permettait de définir l'heure de survenance d'un séisme au dixième de seconde (Guyot, 1937).

Le sismogramme, dont on voit un détail des mesures Nord-Sud sur la figure 15, illustre clairement le moment de relevé des aiguilles (diagonales noires traversant les tracés).

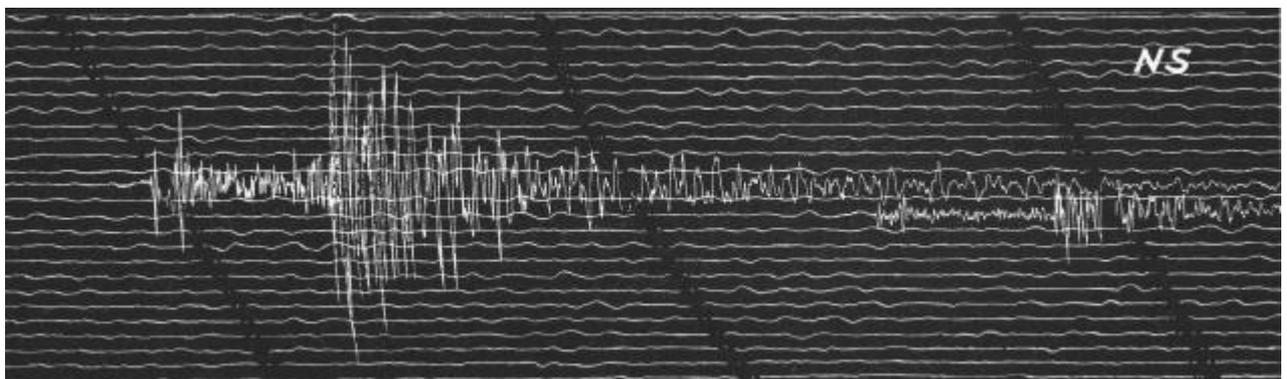


Fig. 15 : Sismogramme d'un tremblement de terre du 30 décembre 1935 mesuré par le sismographe « de Quervain-Piccard » de l'Observatoire de Neuchâtel (In Guyot, 1937).

Constat d'état

L'entretien du sismographe « de Quervain-Piccard » s'est arrêté il y a plus de 20 ans avec pour conséquences des altérations courantes comme l'empoussièrement, l'encrassement et le développement de corrosion sur les alliages ferreux. Malgré cet abandon, l'état des surfaces n'est pas alarmant et cela est notamment dû aux conditions de conservation qui bien qu'humides, sont stables et fraîches. En 1952, les parties en acier ont été démontées, nettoyées puis protégées contre l'humidité du local (Trueb, 2007).

Nous avons la chance d'avoir une photographie d'archive réalisée en 1929, au début du fonctionnement de l'instrument. On comparant cette vue avec l'état actuel on voit que certains éléments ont été déposés (fig.16 et 17). On distingue notamment trois systèmes verticaux, dont celui du centre, lié au pantographe de l'axe Z, semble être équipé de fils électriques. Il est possible qu'il s'agisse de l'appareillage électrique servant à compenser automatiquement les variations de température. Cette installation mentionnée par Arndt et Guyot dans les rapports des directeurs comme n'ayant pas été concluante a été retirée (Arndt, 1932). Le papier d'enregistrement, le cylindre tendeur et un appareil de mesure non identifié (horloge, hygromètre ?) sont aussi visibles sur la photographie de 1929. Aujourd'hui seul un cabinet en bois et vitré a été ajouté pour protéger les ressorts de suspension de la masse. Cela a probablement été ajouté pour atténuer les variations de température sur ces éléments sensibles.

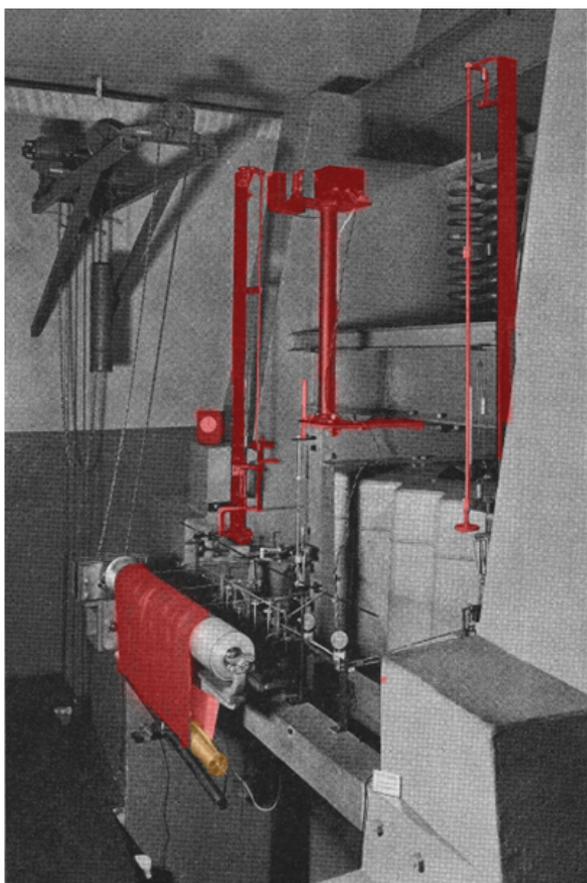


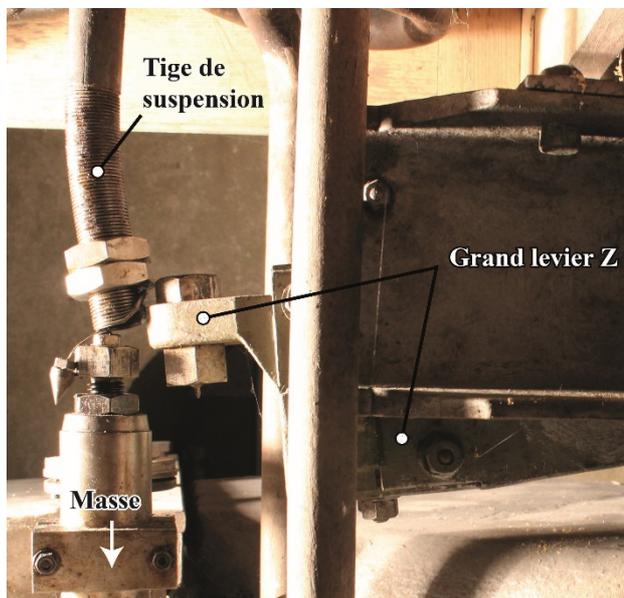
Fig. 16 : Photographie du sismographe « de Quervain-Piccard » en 1929, avec éléments déposés ou manquants représentés en rouge.



Fig. 17 : Photographie du sismographe « de Quervain-Piccard » en 2014. Le cabinet en bois (en rouge) a été rajouté à une date indéterminée.

Le sismographe semble en bon état, mais c'était sans compter sur une intervention malheureuse le rendant totalement inopérant. Comme nous l'avons vu précédemment, la tige de suspension du pendule dépasse d'environ 80 cm dans la pièce du dessus. Cet espace est utilisé comme salle de réunion et la présence d'une tige de 80 cm trônant au milieu de la pièce, posait problème. Il a donc été décidé, il y a quelques années, de déposer la masse pour gagner les centimètres requis pour améliorer le confort de la salle de réunion. Cette intervention a eu pour conséquence de soumettre

certains mécanismes fins à des forces mécaniques pour lesquelles ils n'étaient pas prévus. La dégradation la plus marquante concerne la tige de suspension de la masse. Normalement, cette partie du mécanisme n'est pas soumise à la totalité du poids de la masse puisque celui-ci était supporté par les ressorts et un système de suspension que l'on ne détaillera pas ici. Sous la pression des 18 tonnes, cette tige est aujourd'hui pliée et son filetage endommagé (fig. 18). On voit aussi sur la photographie que l'extrémité du grand levier du pantographe z est sortie de son logement. Normalement, il doit pouvoir pivoter entre la tige de suspension et l'axe solidaire de la masse. En plus de cela, cela a eu également pour conséquence



l'immobilisation des pantographes X et Y. On regretta ici, que cet objet quasi unique ait été rendu inopérant pour gagner quelque centimètre de visibilité dans une salle de réunion. Aujourd'hui, il apparaît très compliqué de repositionner les 18 tonnes de la masse pour libérer le mécanisme des trois pantographes. Des réglages fins des dernières utilisations ont été altérés et des pièces, comme l'axe de suspension sont aujourd'hui irrécupérables.

Fig. 18 : Dégâts mécaniques de la tige de suspension de la masse.

Conclusion

Quel est aujourd'hui le futur du sismographe, devenu victime d'une réutilisation partielle d'un site patrimonial ? Dans un premier temps, il faudrait renforcer son statut patrimonial et ne pas seulement classer le Pavillon Hirsch qui l'héberge. L'Association pour la création d'un Musée de la Science et de la Technique à Neuchâtel (AMSTN) s'engage depuis des années dans ce sens. Dans un deuxième temps, il faudra envisager un nettoyage des surfaces du sismographe, stabiliser les corrosions, consolider les peintures et protéger les éléments en acier nu. Ces premiers traitements pourraient permettre de donner l'impulsion pour un traitement de remise en état de fonctionnement nécessitant des moyens et des compétences plus spécifiques. L'idée ici ne serait pas d'atteindre une précision identique à celle de l'époque. Il faudrait simplement que les mécanismes puissent fonctionner à nouveau et que les tensions mécaniques soient rééquilibrées. Un état fonctionnel limite le développement de la corrosion dans les parties en mouvement et encourage à un entretien régulier. Pour l'instant les aspects techniques du sismographe ont été étudiés et son importance historique redécouverte. Cela pourra permettre, nous l'espérons, de pouvoir réaliser un traitement de conservation-restauration et de valorisation dans un futur proche. Le projet Schema-Tec prévoit la construction d'une base de données devant permettre d'insérer toutes les informations acquises autour du sismographe et de son fonctionnement. A terme, cette base de données comportera de nombreuses entrées et permettra à chacun de s'informer sur la méthodologie développée, le fonctionnement de mécanismes complexes et les problèmes de conservation-restauration qu'ils posent. La base de données devra s'enrichir des projets menés au sein de la HE-Arc CR mais sera conçue aussi comme une plateforme d'échanges de savoir où

chaque professionnel intéressé (conservateur-restaurateurs, responsables de collection, historiens des techniques, etc.) pourra consulter les informations rassemblées.

Biographie des auteurs

Romain Jeanneret

Conservateur-restaurateur dipl. Master, objets scientifiques, techniques et horlogers, il travaille comme assistant de recherche à la HE-Arc CR depuis 2011. Il fait ses débuts en participant au développement du Pleco, un pinceau électrolytique pour le nettoyage électrolytique localisé d'objets en argent et argent doré composites. Aujourd'hui, il est impliqué dans divers projet dont « Schema-Tec » pour le développement d'une méthode de représentation schématique pour la compréhension et la documentation du fonctionnement des objets scientifiques, techniques et horlogers ainsi que le projet « OBS » pour l'étude et la re-contextualisation des collections scientifiques de l'Observatoire de Neuchâtel. Il enseigne l'infographie aux étudiants de Master I et II de la HE –Arc CR. Il exerce également une activité de conservateur-restaurateur indépendant depuis 2011 et travaille essentiellement sur des collections techniques ainsi que sur des objets métalliques archéologiques, historiques et modernes.

Tobias Schenkel & Guillaume Rapp

Professeurs chargés d'enseignement HES et responsables de l'Atelier CROSTH, atelier de Conservation-restauration d'Objets Scientifiques, Techniques et Horlogers de la Haut Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel (Suisse).

Christian Degrigny

Enseignant-chercheur à la HE-Arc CR. Ingénieur en électrochimie, il est responsable des projets « Schema-Tec » et « OBS ».

Audrey Liardon, Olivia Mooser, Manon Raïs, & Anaïs Vecten

Etudiantes Master I et II en orientation conservation-restauration d'objets scientifiques, techniques et horlogers à la HE-Arc CR de Neuchâtel (Suisse).

Damien Tournache

Etudiant Ingénieur en mécanique de l'Ecole Centrale de Nantes (France). Stagiaire à la HE-Arc CR dans le cadre du projet Schema-Tec.

References bibliographiques

Arndt, Louis. « La station séismologique de l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel ». In Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Numéro 52, 1932. p.187-198. [Disponible en ligne] Retro.seals, ETH-Bibliothek,. <http://dx.doi.org/10.5169/seals-88702>. [Consulté le 20.07.2015]

Babey, Virginie. Observatoire de Neuchâtel - Espace muséal du Pavillon Hirsch. Etudes réalisé par l'Institut d'histoire de l'art et de muséologie de l'Université de Neuchâtel. 2003. *Non publié*.

Babey, Virginie. L'Observatoire chronométrique de Neuchâtel : évaluation et évolution d'une société de services à travers ses instruments scientifiques, de la deuxième moitié du 19^e à la première moitié du 20^e siècle. IN Bulletin de la Société suisse d'histoire économique et sociale. Numéro 22, 2007. [Disponible en ligne] Retro.seals, ETH-Bibliothek, <http://dx.doi.org/10.5169/seals-19679>

Burgat-dit-Grellet, Mika & Schaer, Jean-Paul. Adolphe Hirsch (1830-1901) : directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901. In Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Numéro 124, 2001. p.23-39. [Disponible en ligne] Retro.seals, ETH-Bibliothek, <http://dx.doi.org/10.5169/seals-89550>. [Consulté le 21.07.2015]

Guyot, Edmond. « L'étude des séismogrammes ». In Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Numéro 62, 1937.p.157-184. [Disponible en ligne] Retro.seals, ETH-Bibliothek, <http://dx.doi.org/10.5169/seals-88739>. [Consulté le 20.07.2015]

Guyot, Edmond. « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : 1858-1938, In Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Numéro 63, 1938. P.5-36. [Disponible en ligne] Retro.seals, ETH-Bibliothek, <http://dx.doi.org/10.5169/seals-88741>. [Consulté le 22.07.2015]

Jornod, Gilbert. Entretien donné à la HE-Arc dans le cadre du projet « OBS ». 2015

Service Sismologique Suisse [En ligne]. Service Sismologique Suisse, 2014 [Consulté le 01.10.2014]. http://www.seismo.ethz.ch/sed/hist/index_FR

Trueb, Lucien F. L'Observatoire de Neuchâtel – Son Histoire de 1858 à 2007. Editions « Institut l'homme et le temps ». La Chaux-de-Fonds, Suisse. 2007

Weindmann, Markus. *Tremblement de terre en Suisse*. Verlag Desertina, Coire, 2002