**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande
**Band:** 88 (1962)
**Heft:** 25

**Artikel:** Considérations sur l'observation des barrages
**Autor:** Detton, Maurice H.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-771858

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 09.07.2025

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

Fig. 9. — Le barrage et le lac de Mauvoisin, vus d'aval.

# CONSIDÉRATIONS SUR L'OBSERVATION DES BARRAGES [1]

par Maurice H. DERRON, professeur à l'EPUL

L'essor pris dans de très nombreux pays par la construction des barrages-réservoirs a suscité le développement de méthodes et d'appareils variés pour l'observation du comportement de ces ouvrages. A l'usage, toutes les techniques ne présentent pas le même intérêt et, pour donner de bons résultats, chacune d'elles requiert certaines précautions. Le présent article, nécessairement limité, ne saurait prétendre épuiser un sujet qui a déjà servi de thème à de nombreux congrès, mais se propose d'exposer quelques considérations essentiellement pratiques nées de l'observation, en collaboration avec le professeur *A. Stucky*, de nombreux barrages dont il avait établi le projet.

## 1. Genres d'observations

L'importance d'un barrage-réservoir pour l'économie d'une région, l'importance surtout des conséquences que pourrait avoir une faiblesse de la construction, impliquent une surveillance attentive et régulière de l'ouvrage. Dans la plupart des pays, cette surveillance est d'ailleurs imposée par les autorités gouvernementales. Les observations destinées à ce contrôle, que l'on peut appeler « mesures de police », doivent être simples, faciles, d'une interprétation immédiate, de manière à déceler sans retard tout désordre éventuel. Elles consistent essentiellement à observer fréquemment les déplacements et les déformations du barrage au cours du temps, au moyen de *pendules* et de *clinomètres* ; à intervalles plus longs, des *mesures géodésiques* permettent de contrôler la position du barrage par rapport à l'ensemble du terrain avoisinant ; des mesures au *déformètre* sont souvent utiles pour observer les mouvements des joints ou de fissures, tandis que des mesures de *sous-pression* renseignent sur la tenue des fondations.

Outre ces mesures de police, il est intéressant, sur les grands barrages particulièrement, de procéder à des *mesures scientifiques* destinées à vérifier certaines hypothèses de calcul, en vue d'une meilleure connaissance des conditions de résistance de l'ouvrage ; ce sont évidemment les constructions ultérieures qui bénéficieront de ces recherches, de même que les projets actuels profitent des expériences passées.

Les appareils destinés aux mesures de police peuvent également servir à des recherches scientifiques, mais on leur en adjoint généralement d'autres, par exemple des *thermomètres*, des *micromètres* ou des *extensomètres électriques*.

[1] Cette étude est tirée du Recueil de travaux offert au professeur **A. Stucky**, en hommage de reconnaissance, sur l'initiative de l'*Association amicale des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de Lausanne*, le 27 octobre 1962, l'année de son 70e anniversaire.

## 2. Pendules

L'appareil de contrôle le plus simple, dont les mesures peuvent être interprétées immédiatement, est le pendule ou fil à plomb. Les modèles existant sur le marché diffèrent essentiellement par leur poids et par le dispositif de lecture. Il importe que celui-ci soit d'un emploi facile, ne nécessitant pas un réglage délicat, de manière qu'on puisse le confier même à un personnel non spécialisé. Une précision supérieure à quelques dixièmes de millimètres est rarement utile ; il vaut donc mieux choisir un système simple et robuste, que l'on peut demander de lire fréquemment et sans grands risques d'erreurs, plutôt qu'un appareil délicat que seuls des spécialistes sauraient utiliser.

Dès qu'il s'agit d'un barrage d'une certaine hauteur, on procède généralement à un ou plusieurs remplissages partiels du lac en cours de construction déjà ; comme il s'agit des premières mises en charge de l'ouvrage, il importe tout particulièrement de suivre constamment les mouvements et déformations du barrage ; les pendules sont provisoirement suspendus dans des puits à une fraction de leur hauteur finale. Il ne peut être question de laisser des appareils de lecture dans ces puits, où ils seraient exposés à des chutes de pierres, d'eau sale ou d'objets divers lors du bétonnage des couches supérieures du barrage. On doit donc adopter des appareils amovibles, en pratique toujours à lecture optique, que l'on fixe à un crochet au moment de la mesure. Entre temps, le crochet est protégé par un fort couvercle ne faisant qu'une légère saillie dans le puits.

L'appareil de lecture optique ne touchant pas le fil à plomb, on peut utiliser un fil mince avec un poids tendeur léger (15 à 20 kilogrammes) ou un fil plus fort avec un poids plus lourd (100 à 300 kilogrammes). Un pendule lourd est moins sensible aux courants d'air ; il convient aussi mieux si l'on veut installer un appareil électrique de transmission des lectures à distance, ce dispositif exerçant généralement un léger effort transversal sur le fil.

Quand il s'agit d'un barrage-poids, rectiligne ou légèrement arqué, l'orientation des appareils de lecture des pendules ne pose aucun problème : on mesure tout naturellement les déplacements dans le sens amont-aval (c'est-à-dire dans un plan vertical perpendiculaire au couronnement) et dans une direction perpendiculaire à la précédente. Cette même orientation est valable à tous les étages. Pour un barrage-voûte, le choix n'est pas si évident : on éprouve généralement le désir de contrôler sur l'ouvrage les valeurs des déplacements admis dans les calculs statiques, c'est-à-dire, pour un arc donné, les déplacements radial et tangentiel d'un certain nombre de points. Or, le barrage est rarement cylindrique, de sorte que, le long d'un pendule, les directions radiales, par exemple, ne se trouvent pas à tous les niveaux dans un même plan. Le graphique des déplacements radiaux à différents étages ne représente pas l'élastique d'un voussoir dans un plan amont-aval et surtout, les inclinaisons mesurées au clinomètre aux différents étages ne correspondent pas exactement aux tangentes de la courbe ainsi tracée. Si l'on désire souvent tirer des mesures des renseignements scientifiques, on désire bien plus encore que les lectures du pendule puissent être interprétées rapidement. Pour éviter des changements de coordonnées fastidieux destinés à raccorder les mesures de clinomètre à celles du pendule, il est recommandable de placer tous les appareils de lecture d'un voussoir dans un même plan amont-aval et dans un même plan transversal, qui ne seront radial et tangentiel que pour un seul arc, mais qui donneront des mesures directement transposables dans un graphique significatif. Quant aux déplacements radiaux des différents arcs, si on les désire, on les calculera facilement par une rotation des axes de coordonnées.

Tel qu'on l'installe généralement, avec sa suspension au voisinage du couronnement et son poids tendeur dans la galerie de visite inférieure, le pendule indique les déplacements relatifs du sommet et des étages intermédiaires du barrage par rapport au pied, sous l'effet de la déformation propre de l'ouvrage et de la rotation de la fondation ; il ne permet pas de déceler une translation de la base. On prolonge quelquefois le pendule dans un puits de 1 m à 1,20 m environ de diamètre, jusqu'à une profondeur où l'on peut admettre que le rocher n'est plus influencé par le poids du barrage et de l'eau du lac ; il faudrait pour cela descendre à une profondeur de l'ordre de la moitié de la hauteur du barrage. L'accès au fond de ce puits et l'épuisement des eaux sont le plus souvent difficiles, et rendent ce dispositif très onéreux, en plus du coût de la perforation du puits lui-même. Une solution plus avantageuse consiste à forer un trou de 0,20 à 0,40 m de diamètre (qui peut être en principe d'autant plus étroit que l'entreprise peut à coup sûr garantir de l'exécuter bien verticalement). L'extrémité inférieure d'un fil est scellée au fond du forage, tandis que l'extrémité supérieure est attachée à un flotteur ; la résultante des poussées hydrostatiques sur le flotteur étant nécessairement verticale, le fil est aussi rigoureusement vertical que celui d'un pendule classique.

## 3. Clinomètre

Le clinomètre est un niveau à bulle très sensible, monté soit sur une règle verticale, soit sur une règle horizontale. Comme il s'agit de mesurer l'inclinaison du barrage, l'idée paraît naturelle d'utiliser une règle verticale, appliquée contre un parement extérieur ou contre le piédroit d'une galerie. La règle verticale avec nivelle fixe présente le défaut sérieux de ne pas permettre de contrôle immédiat et facile des mesures ; il faut au moins que la nivelle repose librement sur une console fixée à la règle et puisse être retournée bout pour bout. Même ainsi, le résultat des mesures peut être influencé par une déformation de la règle, sous l'effet d'un choc ou de la température, sans qu'il soit facile de le déceler. Cet inconvénient est totalement éliminé par le système de la règle horizontale, que l'on peut retourner tout entière sur les repères. Ceux-ci peuvent être placés dans une niche, dans le radier ou dans le piédroit d'une galerie. La sensibilité de la nivelle est de l'ordre de 2 secondes sexagésimales ; en fait, les écarts de lecture peuvent atteindre $\pm 5''$. Rappelons qu'une seconde correspond à un déplacement transversal d'un dixième de millimètre à 20,63 m de distance. La précision de l'instrument paraît très grande, mais elle est indispensable. Pour éviter d'avoir à utiliser des nombres négatifs selon le sens de l'inclinaison,

le constructeur gradue généralement l'appareil de telle sorte qu'en position horizontale, il n'indique pas zéro degré, mais, par exemple, + 3°. C'est autour de cette valeur que les lectures fluctuent quand le barrage s'incline dans un sens ou dans l'autre. Quand on retourne la nivelle, la somme des lectures doit donner le double de la valeur correspondant à la position horizontale, c'est-à-dire une constante, ce qui permet un contrôle immédiat. L'inclinaison est exprimée par la demi-différence des deux lectures. Le surveillant du barrage doit pouvoir faire ces calculs sur place. Sa tâche serait facilitée si les constructeurs de clinomètres voulaient bien graduer leurs instruments en grades plutôt qu'en degrés.

**4. Mesures géodésiques**

Pour compléter les mesures de pendules, qui n'indiquent que des déplacements relatifs, il est nécessaire de procéder à des mensurations géodésiques très précises, de triangulation des parements et de polygonation dans les galeries, pour observer les déplacements absolus de l'ouvrage, en particulier des appuis. Ces mesures très délicates ne peuvent être confiées qu'à des spécialistes hautement qualifiés et, de ce fait, ne peuvent pas être très fréquentes (une à deux par année au début, et plus espacées par la suite).

**5. Mesures de sous-pressions**

Deux systèmes sont couramment appliqués. L'un d'eux consiste à relier à un manomètre des boîtes sans fond posées sur le rocher de fondation avant le bétonnage. Pour éviter que les boîtes ne se colmatent lors des injections de la fondation, il est indispensable d'y maintenir une circulation d'eau pendant ces travaux ; il faut donc que chaque boîte soit reliée à *deux* tuyaux, pour l'aller et le retour. Est-il nécessaire d'ajouter que l'eau de rinçage doit être propre ! Ce n'est pourtant pas toujours le cas sur les chantiers.

L'autre système consiste à pratiquer des forages après coup, jusqu'au niveau de la fondation, quand les injections sont terminées. Ce procédé paraît plus sûr, mais selon la disposition des galeries de visite, il ne permet pas toujours d'atteindre les points de la fondation que l'on désire observer.

Si l'on fait des mesures de sous-pression lors de mises en eau partielles, pendant la construction, on préfère souvent ne pas laisser les manomètres constamment en place ; après l'achèvement des travaux, il vaut mieux les installer de façon permanente.

La valeur d'une sous-pression n'a pas grande signification si elle ne s'accompagne d'une mesure du débit des infiltrations. Une sous-pression très forte à l'amont d'un rideau d'injection, par exemple, signifie que ce rideau est très étanche si le débit des fuites est très faible.

**6. Mesures de température**

Les mesures de température d'un barrage n'appartiennent plus au groupe des mesures « de police ». Elles n'ont aucune signification pour la sécurité de l'ouvrage. Elles peuvent être utiles, parfois, pour contrôler la réfrigération artificielle du béton, encore qu'il soit beaucoup plus simple et plus représentatif de mesurer la température de l'eau des serpentins après une stagnation de vingt-quatre à quarante-huit heures.

On est aujourd'hui suffisamment documenté pour calculer les dimensions d'une installation de réfrigération du béton ou pour tenir compte de l'effet des variations de température dans les calculs de résistance du barrage. Si l'on veut approfondir ces problèmes, il ne suffit pas de quelques thermomètres disséminés dans la masse, mais il faut en concentrer un certain nombre en quelques régions précises.

La mesure des températures est par contre indispensable au voisinage immédiat des sondes de mesure des déformations locales internes du béton ; il s'agit alors d'observations de caractère nettement scientifique.

Pour l'interprétation des mesures de pendule, il est utile de connaître l'évolution des températures de l'eau et de l'air, surtout si le barrage est mince et par conséquent sensible aux effets thermiques.

**7. Micromètre**

Un moyen simple d'évaluer les variations de contrainte du béton consiste à mesurer les variations de longueur entre des repères scellés à la surface. On fait à cette méthode la critique — fondée — qu'en surface tout particulièrement, les variations de température et d'humidité du milieu ambiant, ainsi que le retrait, provoquent des mouvements capables de perturber profondément les effets des contraintes, surtout s'il se produit une fissuration superficielle quasiment invisible. On peut se mettre partiellement à l'abri de ce risque en mesurant les déformations, non pas sur les parements extérieurs du barrage, mais contre les parois des galeries intérieures.

Les variations de contraintes étant relativement faibles, l'instrument doit permettre de mesurer des distances de l'ordre du mètre avec une précision de $^1/_{100}$ de mm. Les bétons de barrage comprenant des agrégats de gros diamètre, il faut choisir un micromètre assez long, pour que les mesures représentent bien la déformation moyenne du béton et non celle de certains éléments dont le module d'élasticité pourrait différer beaucoup de celui de la masse. Mais une règle trop longue est encombrante à transporter dans les puits et galeries et risque davantage de subir des chocs. La longueur optimum se situe entre 1,20 et 1,50 m.

Lors de l'injection des joints, il est bon de mesurer leur écartement ; le micromètre peut être utilisé à cette fin ; toutefois, comme il s'agit alors de mesurer l'ouverture d'une fente et non la déformation élastique du béton, on utilisera de préférence un appareil plus petit, plus maniable, par exemple un « déformètre », qui présente un autre avantage : les repères, plus petits, sont beaucoup moins coûteux que ceux du micromètre et peuvent être de ce fait placés en plus grand nombre.

**8. Extensomètres (sondes de mesure des déformations internes).**

Il existe différentes sortes de sondes de mesure à distance, électriques pour la plupart (à résistance, à corde vibrante, à induction par exemple), destinées à la détermination des contraintes locales à l'intérieur du béton. Il convient de souligner d'emblée que la majorité de ces appareils ne mesurent en réalité pas une contrainte, mais une déformation. Si donc on connaît a priori la direction de la contrainte principale en un point, il ne suffit pas de placer une sonde dans cette direction pour définir la contrainte ; à cause de l'effet de Poisson, il faudra placer encore deux autres

sondes perpendiculairement à la première, à moins que, de toute évidence, les contraintes dans ces dernières directions soient nulles.

Quel que soit leur type, toutes les sondes sont sensibles aux variations de température ; c'est le cas même pour les capsules manométriques qui, en principe, mesurent directement une contrainte en indiquant l'effort à exercer par un dispositif hydraulique pour équilibrer la pression du béton sur l'appareil : ces sondes renferment un liquide, généralement de l'huile, dont le coefficient de dilatation thermique diffère de celui de la capsule métallique, de sorte que, sans contrainte extérieure, ce liquide peut se mettre en pression sous l'effet de la température. D'autre part, pour les sondes électriques, même celles que l'on dit « compensées » à l'égard des variations de température parce que ces variations n'affectent pas la résistance du circuit électrique, elles ne sont pas insensibles à la température dès qu'elles sont emprisonnées dans le béton : elles mesurent une variation de longueur, et l'on sait que dans un système isostatique un échauffement produit une dilatation sans contrainte tandis que dans un système hyperstatique peuvent se produire de fortes contraintes, engendrées précisément par le fait que les déformations sont empêchées. Dans tous les cas, il faut donc apporter aux lectures une correction de température, et pour cela, mesurer cette température avec une précision suffisante au voisinage immédiat des extensomètres.

La déformation du béton peut résulter d'autres causes encore : retrait, fluage, humidité, par exemple. Pour isoler leur influence de l'effet des contraintes, la seule méthode pratique consiste à comparer la déformation de la pleine masse avec celle d'un échantillon de béton identique, noyé dans cette masse mais mécaniquement isolé d'elle, par exemple par une enceinte poreuse.

Puisqu'il s'agit de définir un état de contrainte spatial, il faut placer les sondes selon des orientations minutieusement repérées. Un moyen consiste à les monter à l'avance sur un bâti, que l'on fixe sur un arrêt de bétonnage et que l'on enrobe par le béton de la couche suivante. Comme dans bien d'autres cas, la présence même d'un appareil de mesure perturbe le champ des grandeurs que l'on veut observer ; le bâti porteur des sondes doit donc être assez fin (fig. 1) ;

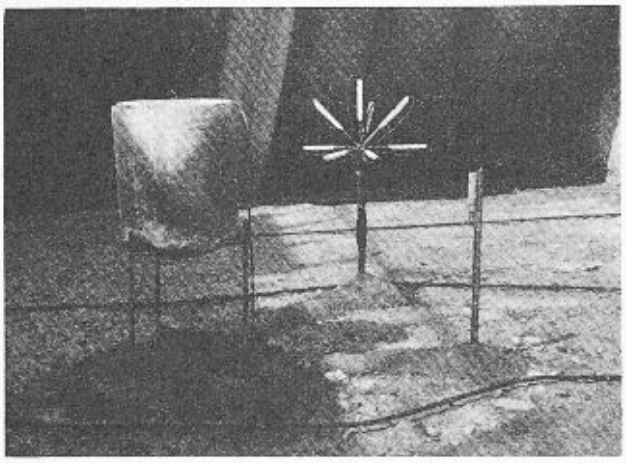

Fig. 1. — Bâti de fixation des sondes de mesure des déformations internes et de la température du béton. A gauche, dans un récipient poreux, l'échantillon-témoin.

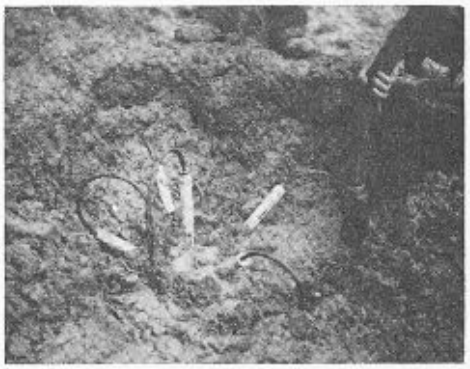

Fig. 2. — Mise en place des sondes de mesure dans une tranchée aménagée dans le béton frais.

l'expérience a montré qu'il est très difficile d'éviter qu'il soit déformé par la poussée du béton frais et par l'action des vibrateurs ; lors du bétonnage de la masse, le rythme du travail ne permet pas d'opérer avec tout le soin désirable et la situation devient particulièrement délicate au moment où les appareils viennent d'être masqués par le béton. Il vaut mieux attendre qu'une couche de béton soit achevée, y creuser une fosse suffisante pour y loger les appareils et refermer le trou soigneusement (fig. 2) ; le béton d'enrobage ne sera peut-être pas tout à fait identique à celui de la masse (surtout si le béton de masse est composé de très gros agrégats) mais l'orientation des appareils sera mieux respectée.

Il est naturellement désirable que l'échantillon témoin soit placé très près des sondes de mesure, mais pour éviter ici encore de troubler le champ des contraintes, on devra le tenir à une distance suffisante, de l'ordre de deux mètres.

L'élément vulnérable de toute installation électrique enrobée est certainement constitué par les câbles. Le choix du type d'isolation revêt une grande importance et l'on évitera tout raccord noyé dans le béton. Dans l'établissement d'un devis estimatif, il conviendra de ne pas sous-estimer le coût du câblage, qui dépasse souvent celui des appareils eux-mêmes.

Quant au nombre de sondes nécessaires pour définir un état de contrainte spatial, il suffit théoriquement de six appareils, à condition qu'ils ne forment pas

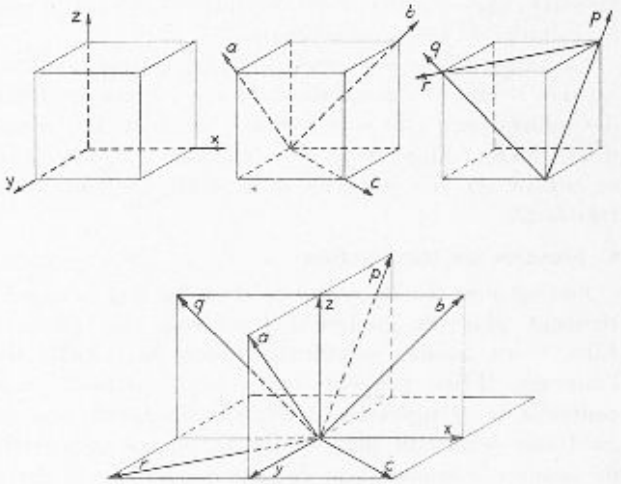


Fig. 3. — Disposition de principe des sondes de mesure des déformations internes du béton.

deux trièdres trirectangles [1]. On les dispose parfois selon les six arêtes d'un tétraèdre régulier. Avec cette disposition, si un appareil ne fonctionne pas, ce qui n'est malheureusement pas rare, tout le tétraèdre est inutilisable. Il faut, pour parer aux défaillances, placer des appareils en surnombre ; une disposition intéressante consiste à suivre les trois directions $x$, $y$, $z$ des arêtes d'un cube et les six directions $a$, $b$, $c$, $p$, $q$, $r$ des diagonales des faces (fig. 3). De cette façon, si les neuf sondes fonctionnent normalement, on a trois relations de contrôle immédiates (en désignant, pour simplifier l'écriture, par $x, y, z \ldots$ les allongements spécifiques $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \ldots$ dans les directions correspondantes)

$$x + y + z = x + a + p = y + b + q = z + c + r.$$

Ces relations n'étant jamais rigoureusement satisfaites, on calculera la valeur la plus probable de chaque grandeur mesurée, par les procédés classiques de la théorie des erreurs.

Si une sonde ne répond pas, le système offre encore deux contrôles immédiats, et il en donne encore un si deux sondes font défaut. Si trois sondes sont défectueuses, le système reste utilisable, à condition que les six appareils restants ne forment pas deux trièdres (ce qui serait le cas, par exemple, s'il manquait les mesures $x$, $a$, $p$, ou $y$, $b$, $q$, ou encore $z$, $c$, $r$).

Au moyen de six mesures selon les arêtes du cube et les diagonales des faces, on calcule les allongements spécifiques principaux $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$, et $\varepsilon_3$ [2]. Ce sont les trois solutions de l'équation :

$$\varepsilon^3 - (x + y + z)\,\varepsilon^2 + (xy + yz + zx - u^2 - v^2 - w^2)\,\varepsilon - \\ - (xyz + 2\,uvw - xv^2 - yw^2 - zu^2) = 0$$

où
$$u = c - \frac{x + y}{2};$$
$$v = a - \frac{y + z}{2};$$
$$w = b - \frac{z + x}{2}.$$

Quant aux directions principales, elles sont définies par :

$$\alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{1 + A^2 + B^2}}$$

$$\beta = \mp A \sqrt{\frac{1}{1 + A^2 + B^2}}$$

$$\gamma = \mp B \sqrt{\frac{1}{1 + A^2 + B^2}}$$

où
$$A = \frac{v\,(x - \varepsilon) - uw}{uv - (y - \varepsilon)\,w}$$

$$B = \frac{v\,(x - \varepsilon) - uw}{vw - (z - \varepsilon)\,u}$$

Les tenseurs des déformations et des contraintes étant coaxiaux, on passe des allongements principaux aux contraintes principales par les formules de Hooke-Poisson

$$\sigma_x = \frac{E\,(\varepsilon_x - 2\nu\varepsilon_x + \nu e)}{(1 + \nu)\,(1 - 2\,\nu)} \quad \text{où} \quad e = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z.$$

## 9. Interprétation des résultats

En état de régime, les déformations d'un barrage dépendent essentiellement de deux facteurs : le niveau du lac et la température du béton. L'importance du second croît avec l'élancement de l'ouvrage, lequel peut devenir sensible même aux variations de température journalières ou à l'insolation. En présence d'un résultat de mesure correspondant à un niveau du lac et une température quelconques, il importe de se

[1] Voir Erwin Tremmel : *Spannungsermittlung aus räumlichen Dehnungsmessungen in Staumauern*, compte rendu de l'Académie autrichienne des sciences, n° 1, 1949.

[2] Voir, par exemple, Timoshenko : *Théorie de l'élasticité*, édition française. Librairie Béranger, Paris et Liège, 1936.

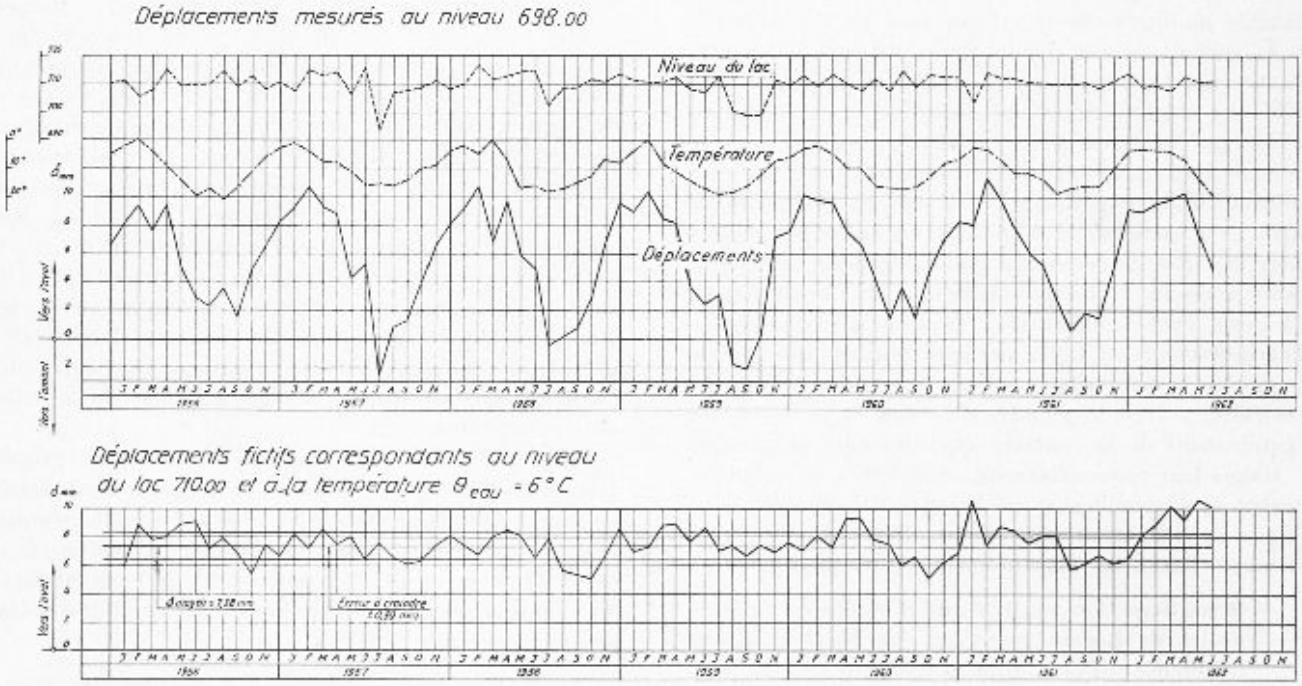


Fig. 4. — Exemple de courbe d'évolution des valeurs fictives des déplacements d'un pendule, calculée d'après les déplacements réels observés, en fonction du niveau du lac et de la température de l'eau.

rendre compte si la valeur obtenue est normale. Lorsqu'on possède des résultats de mesures s'étendant sur quelques années, on peut établir par la méthode des moindres carrés une relation statistique entre la grandeur mesurée d'une part, le niveau du lac et la température d'autre part. On transforme la valeur effectivement mesurée en une valeur fictive, la plus probable, que l'on aurait trouvée au même moment si la retenue avait été à un niveau de référence donné, constant, et si la température avait eu aussi une valeur donnée, constante. Pour la température, on peut souvent se contenter de mesurer celle du lac. Si la loi empirique était rigoureusement exacte et le barrage parfaitement élastique, la valeur fictive de la déformation serait constante ; en réalité elle fluctue autour d'une moyenne. Si les écarts restent limités et la moyenne sensiblement constante, on peut affirmer que la mesure faite est normale et que l'ouvrage ne présente aucune dérive, c'est-à-dire aucun mouvement systématique, continu, dans une direction « privilégiée ». La figure 4 montre, par exemple, le résultat d'une telle analyse appliquée à une station de mesure d'un pendule d'un barrage-voûte mince.

**10. En guise de conclusion**

L'idée ne viendrait à personne de contester la nécessité des mesures « de police » exigées par les autorités de surveillance. Leur intérêt peut même dépasser largement celui d'un simple contrôle de sécurité. A elles seules déjà, et à plus forte raison si elles sont complétées par des observations plus nettement scientifiques, elles contribuent à une meilleure connaissance du mécanisme de résistance des barrages et doivent permettre d'améliorer sans cesse l'économie des ouvrages sans en diminuer la sécurité. Ceci est d'autant plus nécessaire que, les meilleures chutes étant en général déjà utilisées, celles qui restent ne peuvent être mises en valeur que si leur rentabilité est assurée par une stricte économie.

---

## ACTUALITÉ INDUSTRIELLE (24)

### Une nouvelle contribution romande à la technique nucléaire

Le 15 novembre 1962, les directions des Ateliers des Charmilles et des Ateliers de Sécheron ont présenté une intéressante réalisation dans le domaine de la technique nucléaire : la machine à charger et à décharger le combustible du réacteur DRAGON.

Le contrat d'études et de fabrication de cette machine a été confié à SECA, société simple créée par Charmilles et Sécheron dans le but d'unir leurs moyens d'études, d'essais et de fabrication pour la production d'équipements destinés à des installations nucléaires.

L'activité de Sécheron et de Charmilles dans l'énergie nucléaire a débuté en 1955 par la participation des deux sociétés au financement et aux travaux de Réacteur S. A., qui est devenu depuis 1960 l'Institut Fédéral de Recherches en Matière de Réacteurs (IFR ou EIR). En 1957, les deux sociétés ont contribué à la fondation d'Energie Nucléaire S. A. (ENUSA), société dont le premier but était l'étude et la construction d'une centrale nucléaire expérimentale. Enfin, en 1960, lorsque ENUSA a participé au regroupement des efforts suisses dans le cadre de la Société Nationale pour l'Encouragement de la Technique Atomique (SNA ou NGA), Sécheron et Charmilles sont devenus actionnaires de Therm-Atom S. A. Cette dernière Société, qui groupe la plupart des industries suisses intéressées à l'énergie nucléaire, a reçu le mandat d'étudier et de fabriquer l'équipement de la centrale expérimentale de Lucens.

Malgré leur venue relativement récente à la technique nucléaire, Charmilles et Sécheron ont accompli, sous l'égide de SECA, ou séparément, divers travaux intéressants. Parmi les plus importants, on peut relever :

— la participation aux travaux d'études du premier projet de Lucens prévoyant un réacteur à eau bouillante (projet initial d'ENUSA),

— l'étude et la fabrication de groupes moto-pompes sans presse-étoupe pour circuits d'eau lourde,

— l'étude et la fabrication de 10 moteurs de 6000 à 9500 CV destinés à l'entraînement des soufflantes de la centrale de Chinon (EDF),

— la fabrication de divers éléments destinés à des réacteurs de recherches développés par une société américaine, et la participation au montage de ce type de réacteur à l'université de Rome et à l'Exposition de Genève « l'Atome pour la Paix », en 1958.

Parmi les contrats actuellement en cours, on peut citer les importants travaux d'études, d'essais et de fabrication pour Therm-Atom, la fabrication pour le CERN du corps de la chambre à bulles de 2 mètres, et enfin la machine à défourner du réacteur DRAGON.

Le réacteur DRAGON est un prototype de réacteur à haute température refroidi à l'hélium. Les premières études à son sujet remontent à l'année 1956, époque à laquelle une équipe de spécialistes anglais travaillant à Harwell avait jeté les bases du projet. C'est au cours de l'année 1958, qu'en partant d'une proposition de la Grande Bretagne, l'OECE [1] a examiné la possibilité de construire un réacteur à haute température dans le cadre des entreprises communes de l'organisation. En mars 1959, un contrat a été signé entre l'OECE et l'UKAEA [2] pour une durée de cinq ans à partir du 1er avril 1959. Ce contrat couvre les études, les essais, la réalisation et l'exploitation du réacteur DRAGON. Celui-ci est actuellement en montage au Centre de Winfrith, qui est situé à 30 km à l'ouest de la ville de Bournemouth.

La participation financière de la Suisse au projet DRAGON s'élève à 4 millions de francs sur un total de 120. L'OCDE [3] envisage la prolongation du contrat pour une durée de trois ans afin de permettre aux différents pays de profiter pleinement de l'exploitation du réacteur dont la mise en service n'interviendra pas avant l'automne 1963.

[1] OECE : Organisation Européenne de Coopération Economique.
[2] UKAEA : United Kingdom Atomic Energy Authority.
[3] OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique (remplace l'OECE depuis le 30 septembre 1961).