

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 96 (1970)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Gradmètre  
**Autor:** Burnet, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70871>

### **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:** 12.01.2026

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

Un modèle équivalent de l'atome de chrome dans le cristal est donné par la figure suivante :

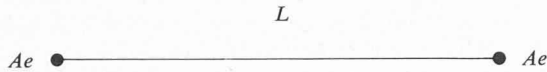


Fig. 7.

où  $F = q E$

avec la charge  $q = Ae$

donc  $E = F/Ae$

$$E = 2,5 \cdot 10^9 \text{ V/m}$$

Un champ électrostatique d'une telle intensité va produire une multiplication des niveaux quantiques par l'effet Stark autrement dit un élargissement des raies d'absorption du rubis. Ce phénomène est encore compliqué d'un effet Zeeman dû au paramagnétisme de l'ion  $\text{Cr}^{3+}$  (ion de transition). De plus, il a été établi que les forces  $F$  ne sont pas isotropes ; il va s'ensuivre un dédoublement des niveaux simples (les nombres quantiques sont doublés).

On le voit, les niveaux du ion  $\text{Cr}^{+++}$  dans le corindon sont très compliqués. Il est très difficile de les prévoir théoriquement. Les niveaux du rubis qui concernent l'effet Laser sont représentés par la figure 8.

(A suivre)

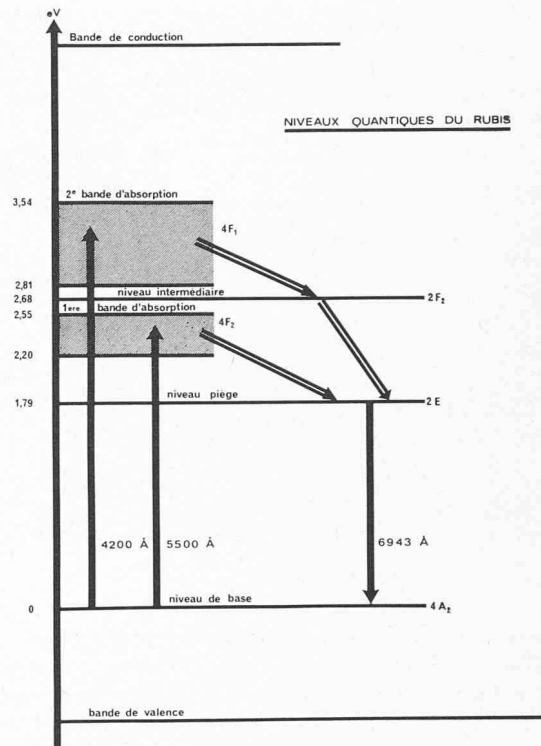


Fig. 8.

## Gradmètre

par M. BURNET, ingénieur diplômé EPUL<sup>1</sup>

### Introduction

Lorsque dans une machine d'une certaine importance un palier « grippe », les conséquences sont en général une mise hors service prolongée et des frais de réparation importants.

Le grippage est accompagné d'une élévation plus ou moins brusque de température. Mais lorsqu'une machine fonctionne en régime normal, le palier a déjà une température nettement plus élevée que celle de l'ambiance ; quand il grippe, au début du phénomène, l'élévation supplémentaire n'est pas grande en valeur absolue et il est impossible de régler la limite de température à une valeur très près de celle du régime, puisque cette dernière peut varier avec la température de l'ambiance, celle de l'agent de refroidissement, le régime de charge, etc. En revanche, tous ces paramètres ne provoqueront qu'une variation de température très lente alors que la variation due à un grippage risque d'être beaucoup plus rapide. D'où l'idée de détecter une tendance au grippage par la mesure d'un gradient de température, gradient en fonction du temps, plutôt que par la température elle-même.

Par ailleurs, tout en mesurant le gradient, il faut réduire autant que possible la constante de temps du dispositif pour provoquer une alarme et, cas échéant, l'arrêt de la machine avant que des dégâts se soient produits.

Mais, au contraire de l'opération d'intégration où les tensions parasites se compensent en moyenne, celle de la dérivation doit être faite avec les plus grandes précautions :

<sup>1</sup> Travail effectué à la Chaire d'Electrométrie de l'EPFL, prof. Hamburger.

l'emploi d'un filtre passe-bas introduit des constantes de temps supplémentaires et il y a lieu d'adopter un compromis.

Pour répondre au mieux à toutes ces contributions, la Chaire d'Electrométrie a développé un appareil qu'elle a nommé « Gradmètre » et qui a les caractéristiques décrites ci-dessous.

### Description de l'appareil

Comme détecteur de température, l'appareil fait usage de résistances à coefficient de température négatif (NTC). Il est évident que, plus on s'éloigne de la surface de frottement, moins vite on est renseigné sur les phénomènes qui s'y passent. Pour s'en approcher le plus possible, les sondes utilisées sont contenues dans de petits boulons M4 et peuvent être montées de façon que la surface de mesure soit à fleur de la surface de frottement ou dans un trou borgne très voisin de celle-ci.

Ainsi dans le montage réalisé au laboratoire, la température était mesurée à 1 mm de l'arbre. La résistance à coefficient de température négatif est alimentée par un circuit tel qu'on recueille une variation de tension linéaire en fonction de l'échauffement. Il est indispensable qu'une même variation de température produise une même variation de tension autour de n'importe quelle valeur absolue comprise dans les limites envisagées. Le circuit de mesure n'a pas de point commun avec l'enveloppe de la sonde qui peut être à un potentiel différent. Les écarts de tension produits de cette manière sont d'environ 1 V quand on

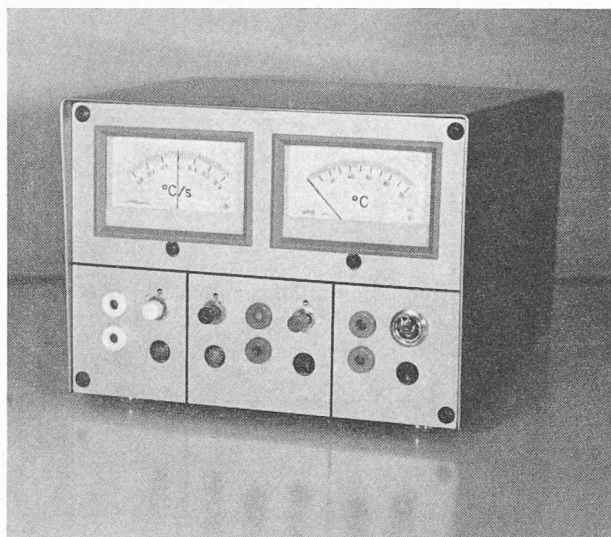


Fig. 1. — Photo du gradmètre

se passe de 0 à 100°C. Cette tension, pour pouvoir être plus facilement dérivable par rapport au temps, est d'abord amplifiée de manière à balayer toute l'excursion possible en tension de sortie d'un amplificateur opérationnel. Cette manière de faire a deux avantages : d'une part on

directe qui permet à tout instant de lire le gradient de température et d'observer sa variation éventuelle. Un autre signal permet de mesurer la valeur absolue de la température et alimente un deuxième appareil de mesure à lecture directe gradué en degrés Celsius (fig. 1).

Les signaux issus de l'amplificateur dérivateur sont encore dirigés vers des bascules à amplificateurs opérationnels actionnant elles-mêmes trois relais pouvant couper 2 A sous 220 V. Un premier seuil de gradient est destiné à donner l'alarme, un deuxième seuil, réglé au double du premier, à provoquer l'arrêt de la machine (voir schéma de principe fig. 2).

Quand une bascule s'est enclenchée, il faut la faire revenir à l'état primitif en appuyant sur un bouton correspondant, ce qui n'est évidemment possible que si le gradient, resp. la température sont redescendus au-dessous des seuils fixés.

### Performances

Dans l'appareil de série réalisé actuellement, la lecture du gradient est prévue dans le domaine  $-0,3...+0,3^{\circ}/s$ , celle de l'élévation de température entre 0 et 100°C.

Les seuils de ces trois bascules ont été pré-réglés aux valeurs suivantes :

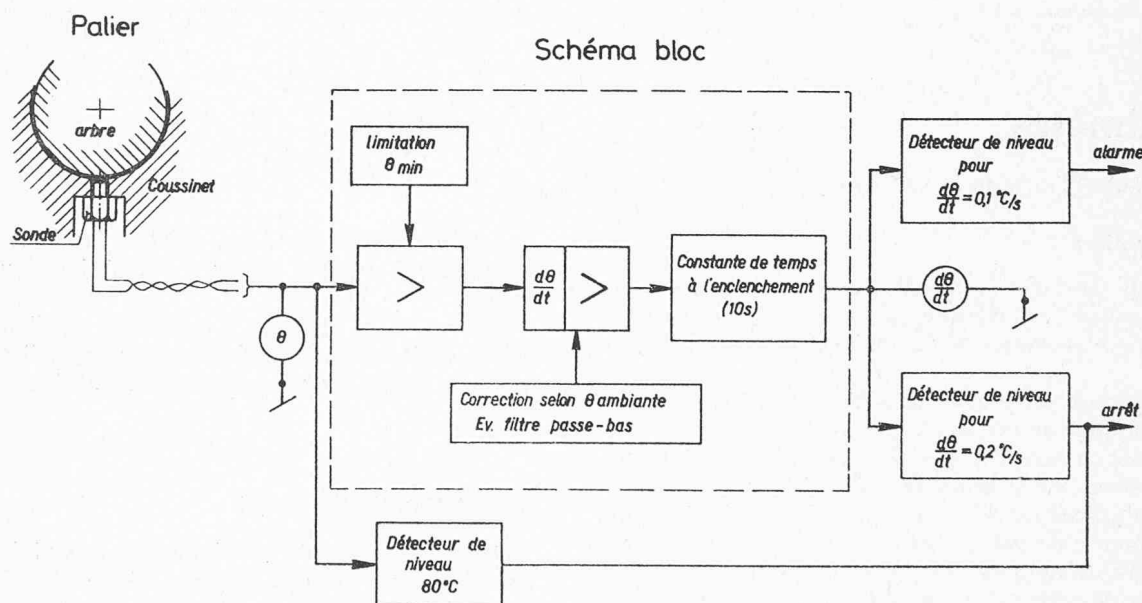


Fig. 2. — Schéma bloc du gradmètre

peut limiter ainsi l'amplification du circuit dérivateur, ce qui a pour effet de réduire sa propre dérive grâce à une plus grande contre-réaction. D'autre part, la dérive du premier amplificateur n'entre pas en considération dans le résultat final.

La sonde doit être reliée à l'appareil par des fils torsadés dont la longueur maximum est limitée par l'intensité des champs parasites. Cette limite ne peut pas être fixée de manière rigoureuse en laboratoire : elle dépendra des champs perturbateurs à l'endroit de mesure. Pour s'affranchir le plus possible de l'effet des parasites recueillis par les fils de mesure, le premier amplificateur est assorti d'un filtre passe-bas avec fréquence de coupure à 10 Hz et une atténuation de 40 dB par décade.

Le signal dérivé et amplifié alimente un appareil à lecture

- gradient de température de  $+0,1^{\circ}/s$ , fermeture du relais 1 pouvant servir d'alarme ;
- gradient de température de  $+0,2^{\circ}/s$ , fermeture du relais 2 pouvant servir à arrêter la machine ;
- température absolue de  $80^{\circ}C$ , fermeture du relais 3 dont les contacts sont en parallèle avec ceux du relais 2.

Les deux premiers seuils peuvent être ajustés à des valeurs un peu différentes sans modification des circuits, à condition de disposer d'un générateur de fonction triangulaire à très basse fréquence — ou pendant une variation régulière de la température.

Adresse de l'auteur :  
M. Burnet, Chaire d'électrométrie,  
16, ch. de Bellerive, 1007 Lausanne.