

13th EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS  
ROTTERDAM. 20-26th August 1967

---

DESCRIPTION D'UN REFLECTOMETRE PORTATIF DESTINE  
A L'APPRECIATION OBJECTIVE DE LA COULEUR DE LA VIANDE.

J. CHARPENTIER

Laboratoire de Recherches sur la Viande

J. VERGE

Station Centrale de Physiologie Animal  
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES. 78-JOUY-enJOSAS  
FRANCE

---

DESCRIPTION D'UN REFLECTOMETRE PORTATIF DESTINE  
A L'APPRECIATION OBJECTIVE DE LA COULEUR DE LA VIANDE

La couleur est, avec l'état d'engraissement, la seule caractéristique de la viande que le consommateur soit en mesure d'apprécier par lui-même lors de l'achat. L'argument selon lequel la couleur de la viande ne fait que refléter ses qualités intrinsèques est évidemment sujet à controverses. Toutefois, dans certains cas, l'existence effective d'une liaison entre la coloration et diverses caractéristiques physicochimiques du tissu musculaire justifie la prise en considération de la couleur comme critère de qualité. Qu'il s'agisse donc de satisfaire aux exigences peut-être parfois plus ou moins erronées d'un contexte économique donné, ou bien d'établir des normes de qualité fondées sur des <sup>réalités</sup> irréfutables, il n'en demeure pas moins qu'il serait très souhaitable que la couleur de la viande puisse être déterminée d'une façon à la fois objective, simple et rapide.

Divers appareils de laboratoire répondent déjà parfaitement à ces impératifs (LOHSE et al., 1965; STEWART et al., 1965; SNYDER, 1965; STEINHAUF et al., 1966). Toutefois il nous a semblé nécessaire de réaliser un appareil portatif de faible encombrement qui soit assujéti à un strict minimum de contingences techniques.

- - -

La colorimétrie a pour but de décrire, par l'intermédiaire de grandeurs physiques convenables, les trois caractéristiques fondamentales d'une couleur:

a) Une caractéristique d'intensité: la réflectance ou facteur de réflexion;

b) Deux caractéristiques de chromaticité: d'une part, les coordonnées trichromatiques ou la longueur d'onde dominante et, d'autre part, le facteur de pureté.

La théorie montre que, pour des conditions de mesure fixées, ces trois caractéristiques se calculent à partir du spectre de rémission. La caractérisation objective de la couleur repose en effet sur la détermination du spectre de rémission. Les caractéristiques ainsi obtenues présentent toutefois l'inconvénient d'être très abstraites et de se prêter assez mal à une traduction aisée en un langage accessible aux non initiés. La répartition spectrale et l'intensité de la lumière réfléchiée par une surface colorée dépendent en fait à la fois de la concentration des chromophores, ainsi que de la "structure" même de la substance colorée. En ce qui concerne la viande, le chromophore est constitué par la myoglobine qui peut exister sous trois formes, myoglobine réduite, oxymyoglobine et metmyoglobine, auxquelles correspondent des spectres d'absorption et de rémission particuliers et donc des teintes différentes. La "structure" dépend quant à elle de l'état de coagulation et d'hydratation des protéines musculaires. La couleur d'une viande peut ainsi se caractériser d'une façon plus explicite par la réflectance et le pourcentage de myoglobine réduite, d'oxymyoglobine et de metmyoglobine. La détermination de l'importance respective des trois formes de la myoglobine ne présente en fait de l'intérêt que dans le cas de l'étude de la stabilité de la coloration en fonction du mode de conservation. La réflectance permet, par contre, de caractériser d'une façon satisfaisante la coloration d'une viande fraîche, puisqu'elle intègre en effet l'influence de la "structure" et de la teneur en myoglobine. La réflectance peut en première approximation être assimilée au pourcentage de rémission d'une lumière monochromatique dont la longueur d'onde (525 m $\mu$ ) correspond au point isobestique des spectres de rémission des trois formes de myoglobine (fig. 1). Le pourcentage de rémission à 525 m $\mu$  est une fonction logarithmique de la teneur en fer hémique du muscle, c'est-à-dire de la teneur en myoglobine (CHARPENTIER, 1964; STEWART et al., 1965). Cette liaison devient d'ailleurs linéaire si l'on tient compte du coefficient de diffusion S de la viande et si l'on considère, non plus le pourcentage de rémission R, mais le rapport K/S du coefficient d'absorption au coefficient de diffusion défini par l'équation de KUBELKA-MUNK:

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (\text{STEWART et al., 1965}) \quad - 3 -$$

Malgré ces artifices de calcul, il n'en demeure pas moins que la mesure du pourcentage de rémission devient moins précise lorsque la teneur en myoglobine augmente, puisque le pourcentage de rémission est une fonction logarithmique de la concentration en myoglobine. En outre, l'étendue des variations du pourcentage de rémission des viandes est relativement étroite. Aussi pour augmenter la précision des mesures, il serait nécessaire d'amplifier l'intensité électrique correspondant à un flux lumineux donné, ce qui est pratiquement irréalisable dans le cas d'un appareil devant être à la fois léger, peu encombrant et surtout peu onéreux. La conception de notre appareil permet d'éviter le recours à l'amplification et d'obtenir néanmoins une précision très satisfaisante.

DESCRIPTION ET PRINCIPE DU REFLECTOMETRE PORTATIF  
A ALIMENTATION INCORPOREE (fig.2)

---

Le réflectomètre est essentiellement constitué par un boîtier en alliage léger muni d'une poignée et portant, sur sa face avant, la tête réflectométrique. Celle-ci se compose d'une embase en duralumin portant une ampoule à bas voltage (3,7 V/300 mA), ainsi qu'un secteur porte filtre escamotable et la cellule utilisée est une cellule photo résistante au sulfure de cadmium.

L'embase est coiffée d'un capuchon muni d'un embout prismatique contenant un système à guides de lumière lamellaires formant les branches d'un V à 60°. Chaque branche de ce système reçoit la lumière de l'ampoule et l'autre branche dirige le faisceau issu de la lucarne vers la cellule photoélectrique. Grâce à l'alternance des éléments optiques, la lumière issue de l'ampoule est conduite le long d'une lamelle, puis revient à l'entrée des lamelles adjacentes en direction de la cellule photoélectrique. Au moyen de ce système, on élimine la lumière résiduelle dans la tête de mesure. Le boîtier de l'appareil contient une alimentation stabilisée servant soit à l'utilisation de l'appareil sur le secteur, soit à la recharge des accumulateurs cadmium/nickel d'une tension de 4,9 volts et d'une capacité de 2 A/h, avec un système de limitation automatique.

Le panneau de lecture porte un milliampéremètre gradué en 100 divisions.

Le principe sur lequel repose le fonctionnement de l'appareil est celui du pont déséquilibré (fig. 3). Les différentes branches du pont sont occupées par la cellule photorésistante, une résistance fixe, un potentiomètre d'étalonnage et un potentiomètre de lecture "hélipot" Beckmann gradué de 0 à 1 000. La variation de la résistance de la cellule photoélectrique est compensée par une variation simultanée de résistance dans la branche B C du pont au moyen du potentiomètre "hélipot", de telle sorte que l'intensité  $i$  du courant dans la branche C A soit constante.

L'étalonnage de l'appareil est effectué de la façon suivante: la tête réflectométrique étant appliquée sur un bloc de carbonate de magnésium pris comme étalon de référence, on règle l'aiguille du milliampéremètre sur la division 50 en agissant sur le potentiomètre de réglage, le potentiomètre de lecture étant préalablement réglé à 1 000. Lorsque la tête réflectométrique de l'appareil ainsi étalonné est appliquée sur un échantillon de viande, le flux lumineux se trouve modifié ainsi que la résistance de la cellule. Un courant d'intensité  $i$  traverse le milliampéremètre. Si nous désignons par  $E$  la tension aux bornes,  $g$  la résistance du milliampéremètre,  $R_C$  la résistance de la cellule et  $R_2, R_3, R_4$ , les résistances des autres branches du pont, nous avons la relation:

$$i = E \frac{R_C R_4 - R_2 R_3}{g(R_C + R_2) (R_3 + R_4) + R_C R_2 R_3 + R_2 R_3 R_4 + R_3 R_4 R_C + R_4 R_C R_2}$$

d'où:

$$R = \frac{R_C [ER_4 - ig (R_3 + R_4) - i R_3 R_4]}{ER_3 + i [g (R_3 + R_4) + R_3 R_4] + i R_C (R_3 + R_4)}$$

$$R_2 = \frac{\Delta R_C}{BR_C + C}$$

$$A = ER_4 - ig (R_3 + R_4) - i R_3 R_4$$

$$B = i (R_3 + R_4)$$

$$C = ER_3 + i \left[ g (R_3 + R_4) + R_3 R_4 \right]$$

La résistance du potentiomètre de lecture est donc une fonction homographique de la résistance de la cellule, laquelle varie linéairement en fonction de l'intensité de la lumière réfléchie. Le choix d'une fraction approximativement linéaire de la courbe hyperbolique est possible lorsque les valeurs limites de la résistance de la cellule sont connues. La résolution des équations précédentes permet d'obtenir les valeurs de résistance qui satisfont à ces exigences.

Les performances de cet appareil résultent, d'une part, de la linéarité de réponse de la cellule est également de l'utilisation de la partie "linéaire" de la fonction homographique et, d'autre part, de l'étalement important des graduations du potentiomètre de lecture.

Du point de vue pratique, il est ainsi possible d'apprécier avec précision les intensités de coloration des viandes selon une échelle de 1 à 1 000.

Dans une prochaine publication, nous présenterons une étude détaillée des résultats obtenus avec cet appareil en considérant notamment les liaisons entre les déterminations objectives ainsi réalisées et diverses caractéristiques physicochimiques de la viande.

- - - - -

Remerciements. - Nous tenons à remercier vivement les Etablissements NICOU et fils et la Société SOCATELEC qui ont assuré la réalisation matérielle de cet appareil.

R E S U M E

Le principe de cet appareil consiste en l'appréciation de l'intensité de la lumière réfléchie par un échantillon de viande à la longueur d'onde de 525  $\mu$  correspondant au point isobestique des trois formes de myoglobine. La lumière réfléchie entraîne une variation de résistance d'une cellule photorésistante au sulfure de cadmium. Cette cellule se trouve dans une des branches d'un pont de Wheatstone. La variation de résistance de la cellule est compensée en agissant sur la résistance d'un potentiomètre de précision situé dans la branche homologue du pont, de telle sorte que l'intensité du courant qui traverse le milliampèremètre soit constante. L'intensité de la lumière réfléchie est appréciée par la lecture du potentiomètre de précision dont les graduations varient de 0 à 1 000.

S U M M A R Y

The apparatus described in this paper allows meat colour measurements based on the determination of the intensity of light reflected by a meat sample at the wave length of 525  $\mu$  which corresponds to the isobestic point of the absorption spectra of reduced myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin. The variation of the reflected light induces a variation of the resistance of a Cadmium sulfur photocell. This cell is in a branch of a Wheatstone bridge. The variation of the resistance of the cell is compensated by modifying the resistance of a potentiometer in the neighbour branch of the bridge, in such a way that the intensity of electric current through the galvanometer is constant. The intensity of the reflected light is determined by the reading value of the potentiometer which may vary between 0 and 1 000.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHARPENTIER J., 1964. Comparaison de quelques méthodes d'appréciation de la couleur du veau de boucherie. Ann. Zootech., 13 (1), 103 - 114.

LOHSE B., PFAU A., SCHRODER J., 1965. Measurements with the colour brightness photometer "Fahellpho - Mariensee" as a simple method for determining the quality of pork. Fleischwirtschaft, 45 (2), 121 - 124.

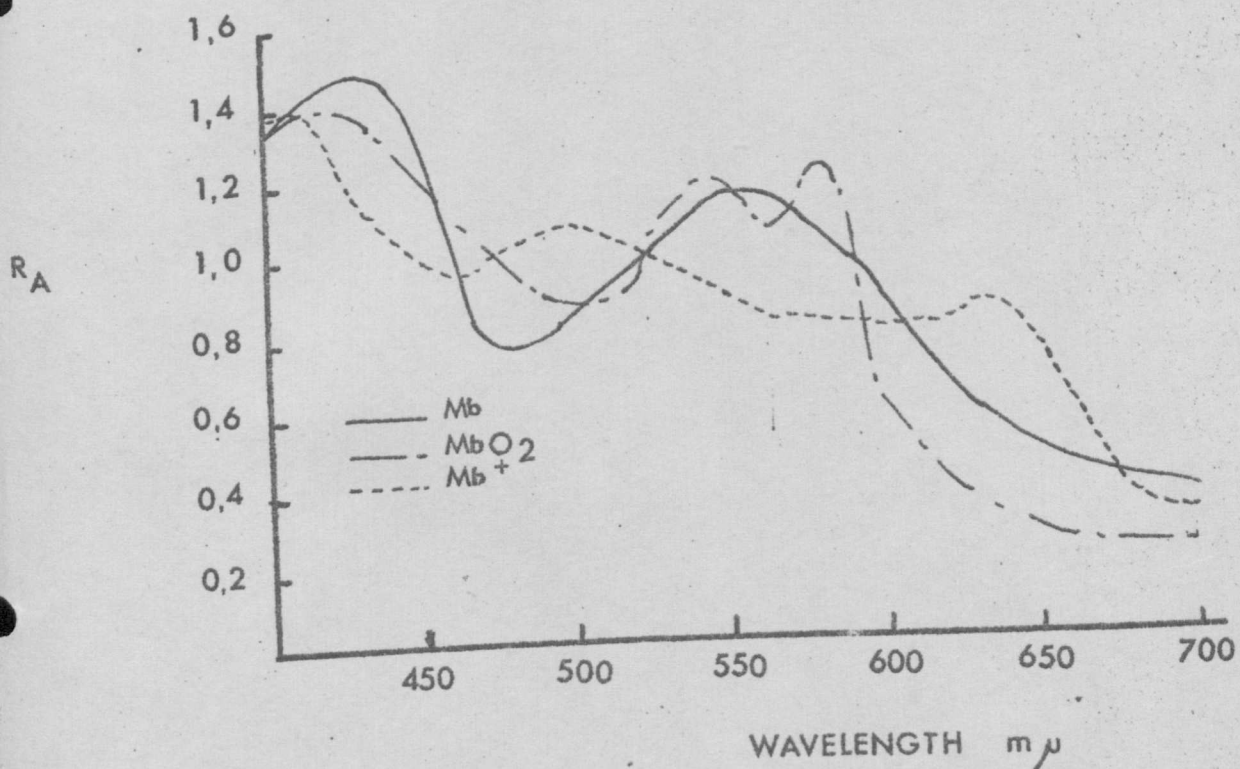
SNYDER H.E. , 1965. Analysis of pigments at the surface of fresh beef with reflectance spectrophotometry. J.Food Sci., 30 (3), 457 - 464.

STEINHAUF D., WEISS F.K., WENIGER J.H., 1966. A further contribution to methods of brightness measurement on pork. Fleischwirtschaft, 46 (1), 39 - 41.

STEWART M.R., ZIPPER M.W., WATTS B.M., 1965. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. J.Food Sci., 30 (3), 464 - 470.

- - - - -





d'après SNYDER M.E. (1965)

Fig. 1 - Spectres de rémission de la myoglobine réduite, de l'oxymyoglobine et de la metmyoglobine.

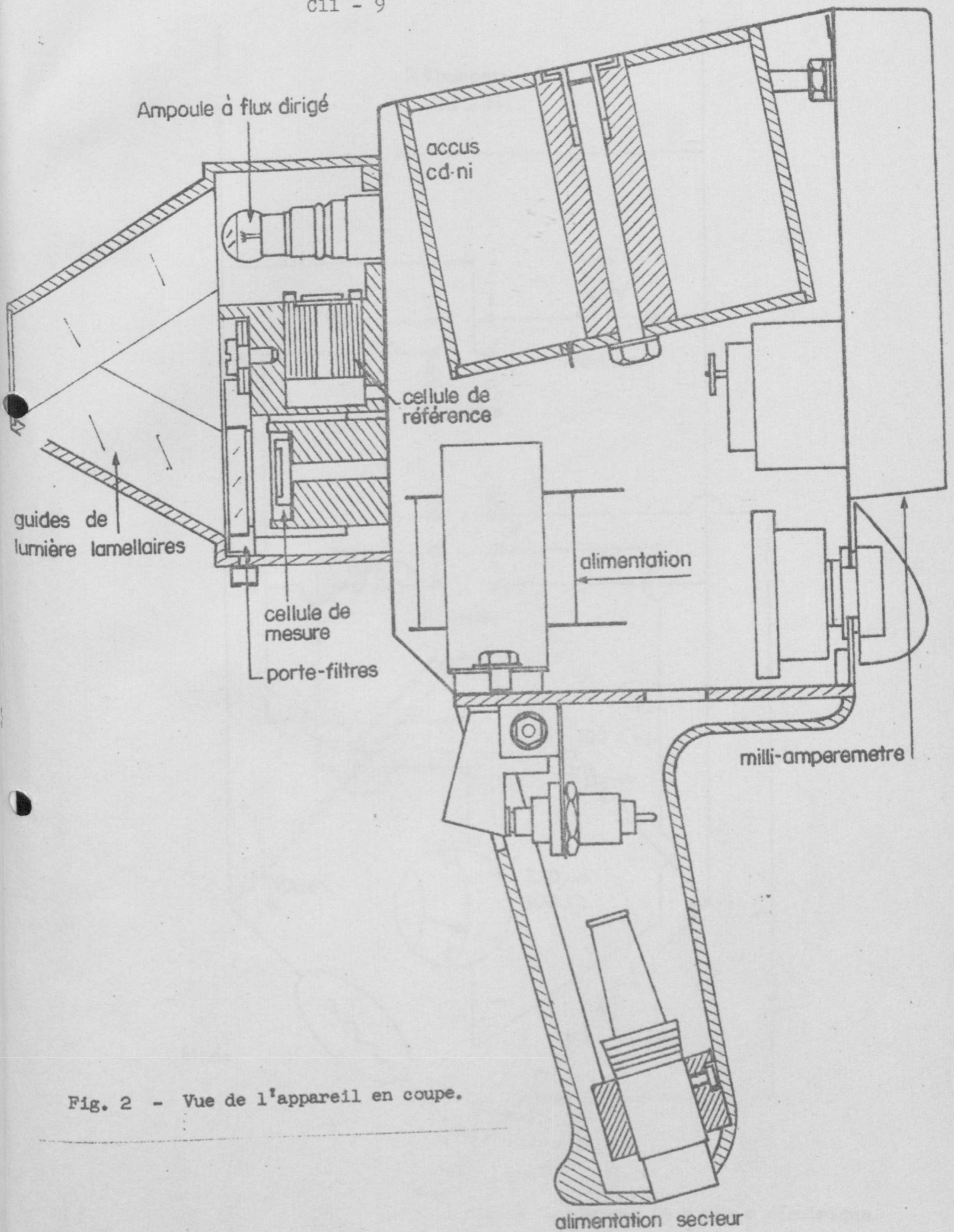


Fig. 2 - Vue de l'appareil en coupe.

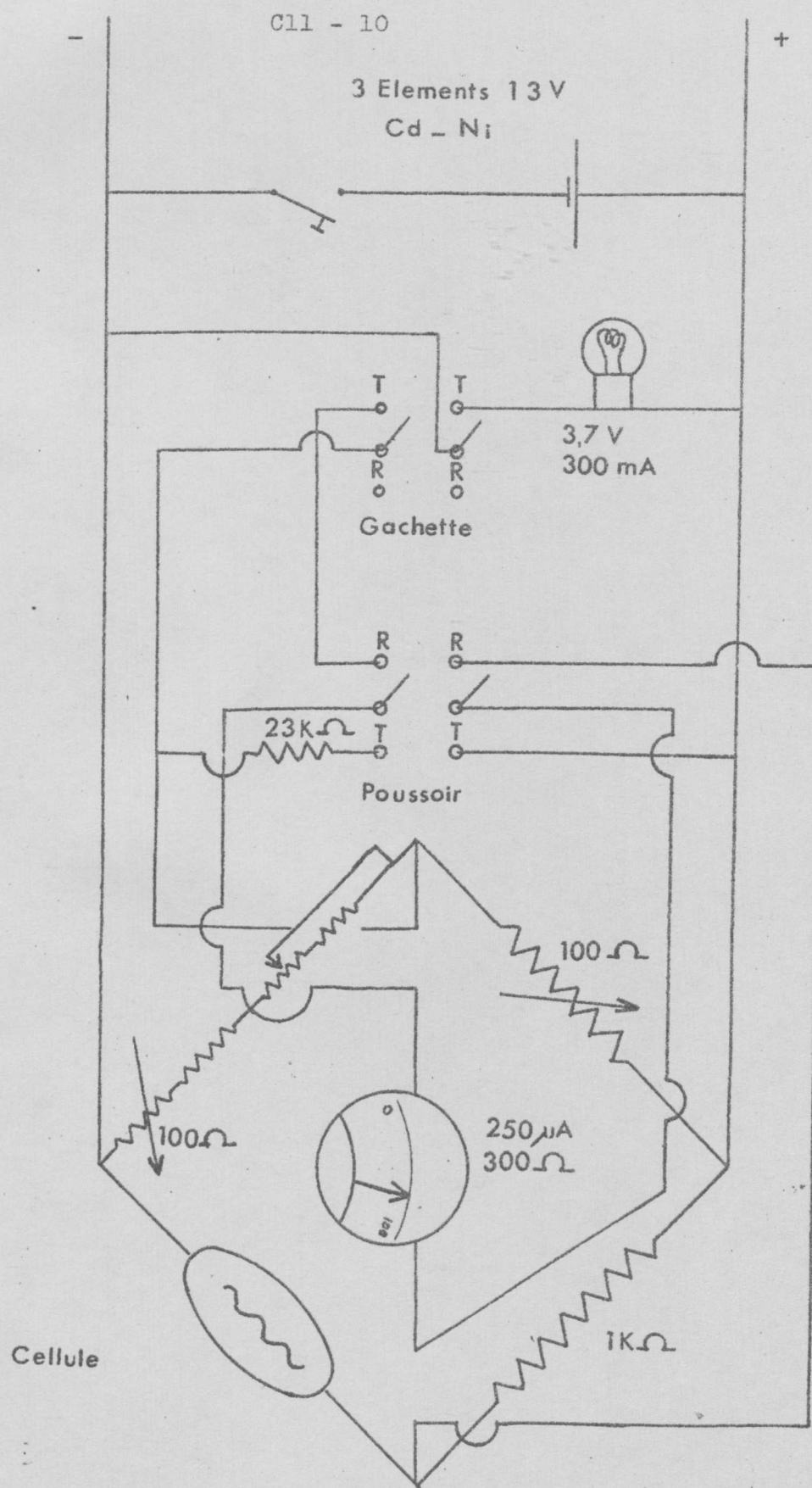


Fig. 3 - Schéma du montage électrique.