

MESURE DE L'USURE DES DENTS D'UN ENGRENAGE DE GRANDE DIMENSION

par Jacques DUCLOS
 Directeur Commercial de la S.E.G.C.

Projet d'Étude et de Construction du Prototype d'un Appareil permettant de mesurer l'usure des dents d'engrenages de très grandes dimensions et cela sans en arrêter leur mouvement.

DÉFINITION GÉNÉRALE DU PROBLÈME

La Société BEAUDREY conçoit des filtres à eau à tambour de très grand diamètre (20 mètres) utilisés notamment dans le filtrage des eaux de refroidissement nécessaire aux Centrales Nucléaires.

Ces grands tambours sont mus par l'intermédiaire de deux engrenages ; l'un par l'engrenage d'entraînement situé en bout d'arbre d'un moteur électrique et de son réducteur, l'autre sur le pourtour du tambour.

Ces tambours fonctionnent 24 heures sur 24 et, comme tous mécanismes, subissent une usure. Cette usure se situe notamment et principalement au niveau des dents des engrenages et des paliers les supportant. Au bout d'un certain temps l'usure est telle que le mécanisme doit être arrêté afin de changer les pièces défectueuses.

Le problème primordial est de définir la date approximative de cet arrêt afin de le programmer à l'avance pour l'introduire dans la procédure normale de la maintenance de la Centrale.

PROBLÈME SPÉCIFIQUE

Nous devons donc trouver le moyen de définir l'usure du mécanisme dans le temps sans en arrêter le fonctionnement.

Pour que les mesures soient significatives, la précision demandée est de 1/10 de millimètre.

• Éléments d'Appréciation du Problème

Diamètre des engrenages : de 1 mètre à 20 mètres.

Ecartement des dents : 85 mm environ.

Hauteur des dents : 60 mm environ.

Vitesse de déplacement des dents : 1 mètre minute.

Le rayon des engrenages n'est pas parfait, la variation peut être de + ou - 5 mm.

L'usure des paliers peut atteindre 5 mm.

L'engrenage peut être également voilé.

• Description du Système proposé capable de mesurer les paramètres suivants :

- 1) Mesure de l'usure des dents.
 - 2) Mesure de l'usure des paliers.
 - 3) Mesure de l'ovalisation.
 - 4) Mesure du voilage.
- (Voir dessin).

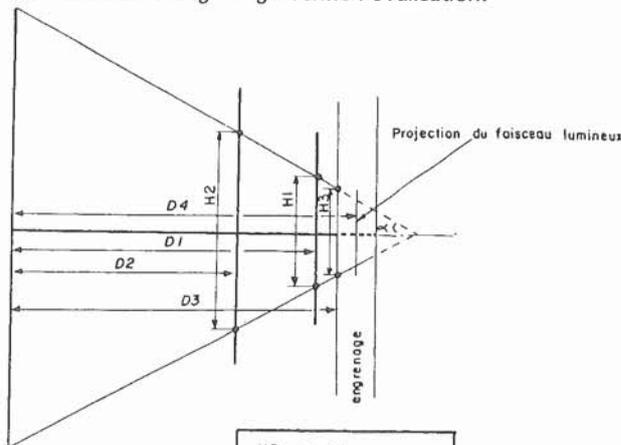
• Principe de base

Le principe retenu consiste à photographier la trace d'un pinceau lumineux plan projeté sur les faces internes de chaque dent.

Ce rayon pourra être déplacé sur toute la largeur des dents de façon à en définir l'usure sur plusieurs sections. La trace lumineuse visible sur une section de la dent apparaissant sur le cliché sera numérisée par nos soins à l'aide d'un digitaliseur et traitée en ordinateur pour le redressement et la mise à l'échelle.

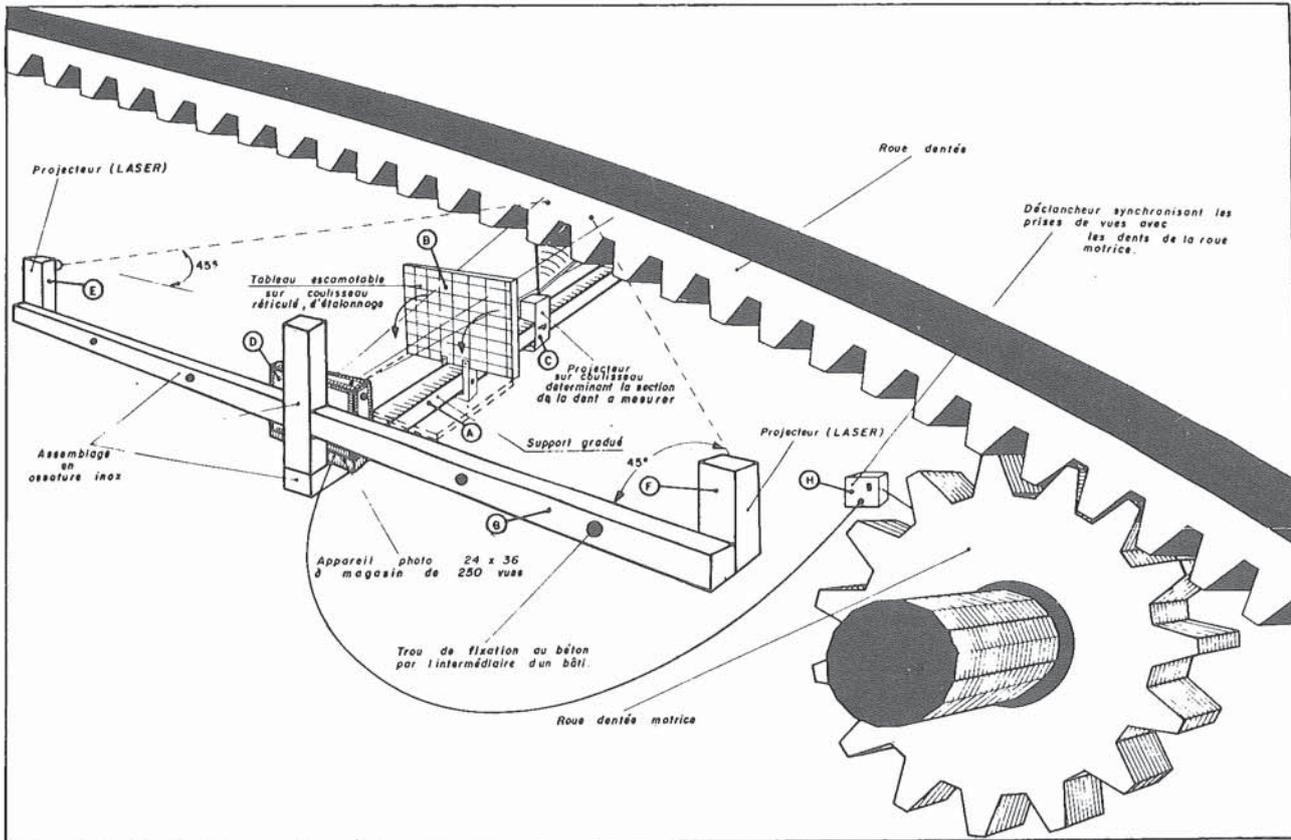
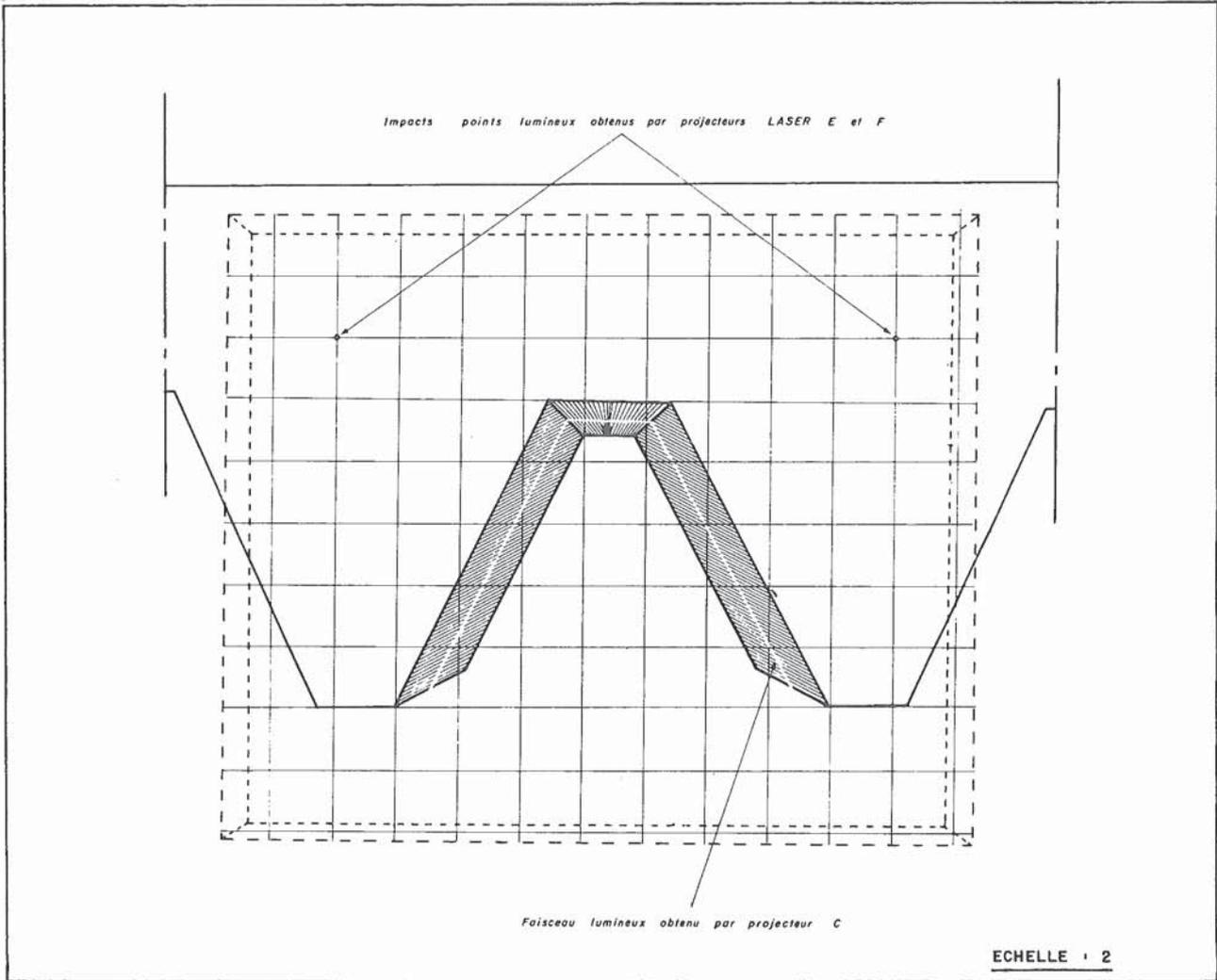
Nous connaissons $D1$ et $D2$ et $D4$ ainsi que $H1$, $H2$ et $H3$.
 Nous calculons $D5$.

La variation de la distance entre les deux points et le bord des modules d'engrenage vérifie l'ovalisation.



$$\frac{H2 - H1}{D1 - D2} = 2 \operatorname{Tg} \alpha$$

$$D3 = D2 + \frac{H2 - H3}{2 \operatorname{Tg} \alpha}$$



• **Fonctionnement** (voir dessin)

L'appareil doit être fixé sur un bâti spécialement adapté à la configuration de l'environnement du génie civil. Ce bâti reste à demeure de façon à ce que l'appareil soit à chaque campagne de mesure, replacé exactement à la même position en X Y Z.

L'appareil est composé d'une ossature en métal noble, acier inox par exemple. Sur la branche (A) de cette ossature coulissent le projecteur (C) ainsi que le tableau d'étalonnage escamotable réticulé (B) et l'appareil photo (D). La branche (A) du support est graduée de façon à définir au millimètre près les distances DB et DC. A l'extrémité de la branche (A) côté appareil photo est fixé à l'équerre la branche (G). A chaque extrémité de cette branche se situent deux projecteurs laser E et F.

Les rayons lumineux émis par ces lasers font sensiblement un angle de 45° avec la branche (G).

Le système (H) est destiné à synchroniser la prise de vue avec le passage des dents.

• **Traitement des Informations**

Étant donné le nombre impressionnant de dents sur un engrenage de 20 m de diamètre (740 environ) il paraît superflu de toutes les traiter, par contre un cliché par module de fonderie serait suffisant.

Chaque cliché sera numérisé par un lecteur de courbe Calcomp, traité et dessiné par un ordinateur et un traceur (Digital et Calcomp) ; sur chaque dessin apparaîtraient le profil initial type et le profil de la dent en service.

Nous pourrions également en porter les différences en 1/10 de millimètre.

• **Fonctionnement et Éléments de Calculs**

Le pignon d'entraînement, pièce usinée et donc considérée comme parfaitement régulière, déclenche au passage de chaque dent le déclenchement de la prise de vue (voir croquis).

Cette prise de vue, sur laquelle apparaîtront à la fois la trace lumineuse du profil de la dent et les deux points d'impact des rayons lasers, sera agrandie à l'échelle approximative de 2/1 ceci afin de pouvoir définir des modifications de l'ordre du 1/10 de millimètre.

Avant chaque campagne de mesure, deux clichés sont effectués sur un tableau réticulé où apparaîtront les deux impacts des lasers ; ceci dans le but d'étalonner leur écartement qui servira à la mise à l'échelle de chaque cliché ultérieur des dents ainsi que de contrôler le voilage du secteur denté (voir schéma et calcul).

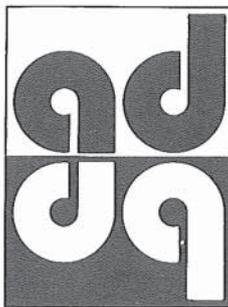
CONCLUSION

Ce système aura des avantages et des inconvénients :

- a) **Avantages** — possibilité d'avoir un cliché de chaque dent pour avoir son état général.
— possibilité de contrôler à la fois l'usure de la dent, le voilage et l'ovalisation de l'engrenage ainsi que l'usure des paliers.

- b) **Inconvénient** — la quantité de clichés à traiter et à archiver.

Remarque : En deuxième phase il sera possible d'étudier un système plus évolué qui, au lieu de traiter des clichés photographiques, pourrait traiter directement le signal d'un enregistrement vidéo.



ATELIERS DEMAILLE reprographie

10, RUE SAULPIC 94300 VINCENNES

374.51.36

Héliographie • Gélatinographie • Photocopie • Copies Circulaires • Dessin • Composition IBM • Photocomposition • Photo industrielle • Microfilm • Impression offset • Toute la fourniture et le matériel pour bureaux d'études et d'architectes