

FR8501789

3. European conference on non-destructive testing
Florence (Italy) 15-18 Oct 1984
CEA-CONF--7675

**CONTROLE PAR ULTRASONS FOCALISES, EN IMMERSION DE
L'ETAT DE SANTE DE GAINES D'AIGUILLES COMBUSTIBLES IRRADIEES**

=====

Ph. POINBOEUF

J. FURLAN

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (CADARACHE)

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

I - INTRODUCTION

Après leur irradiation dans les réacteurs Rapsodie et Phénix, certaines aiguilles combustibles font l'objet d'un examen par courants de Foucault (CdF), dans le but de détecter un endommagement éventuel des gaines.

Lorsque l'endommagement est suffisamment faible, la détection devient difficile : la technique n'est plus adaptée. Afin d'en pallier les insuffisances et conserver le pouvoir de détection de faibles, voire de très faibles endommagements de la gaine, le contrôle par ultrasons (US) a été utilisé.

Pour sa mise au point, il a fallu s'affranchir des difficultés inhérentes au travail en zone active et surtout de celles liées aux modifications géométriques de l'aiguille induites par l'irradiation.

Pour cela, un dispositif mécanique simple, permettant de maintenir une focalisation optimale du faisceau ultrasonore sur des gaines irradiées, est présenté. Il a pour but de corriger la variation de l'angle d'incidence due à l'ovalisation éventuelle des aiguilles.

Dans une première partie, après description du dispositif, on donne les résultats obtenus lors d'essais effectués sur des gaines non irradiées, comportant dans des zones ovalisées artificiellement, des défauts étalons.

Dans une seconde partie, après description de l'adaptation de ce mécanisme sur un banc de contrôle qui autorise une exploration hélicoïdale des aiguilles, on donne quelques résultats obtenus en cellule chaude lors d'examens d'aiguilles expérimentales et préalablement contrôlées par Courants de Foucault.

II - DESCRIPTION DU MONTAGE MECANIQUE POUR PALLIER LES EFFETS DE L'OVALISATION

Lors d'un contrôle non destructif par ultrasons, en immersion, d'une aiguille non déformée, l'angle d'incidence du faisceau ultrasonore reste constant, car l'aiguille possède une symétrie de révolution. Dans le cas d'une aiguille irradiée, ce contrôle devient imparfait, car les déformations principales (ovalisation et vrillage cf pl. 1 et 2) engendrent des variations sensibles de l'angle d'incidence du faisceau.

Pour assurer un contrôle convenable, il faut donc pallier les inconvénients de ces déformations. Dans une première phase, seule la suppression des effets de l'ovalisation a été envisagée. Elle a nécessité la mise au point d'un montage mécanique simple dans lequel (cf Pl 3) :

- le transducteur, ouvert à 145° , est solidaire d'un Vê en nylon mécanique mobile le long d'une droite perpendiculaire à l'axe d'une aiguille
- deux roulettes sont mobiles dans un plan perpendiculaire à l'aiguille. Un effort de rappel maintient en permanence ces deux appuis en contact avec l'aiguille.

Le point d'impact du faisceau ultrasonore se situe constamment sur une génératrice de l'aiguille, quelle que soit l'ovalisation.

La valeur de l'angle du Vê, $\beta = 145^\circ$, a été optimisée à l'aide d'une simulation sur ordinateur, afin de conserver une variation Δi , de l'angle d'incidence du faisceau ultrasonore acceptable ($\Delta i \leq 0,5^\circ$). La planche 4 montre la variation de l'angle d'incidence, en fonction du positionnement de l'aiguille ovalisée sur le Vê.

III - EXAMENS DEFAUTS ARTIFICIELS

III.1 - Réalisation de défauts étalons

Les défauts étalons, en forme de U, ont été réalisés par électroérosion dans la paroi de tronçons de tubes en acier, non irradiés :

- un défaut longitudinal externe
- un défaut longitudinal interne.

Ces deux défauts ont des dimensions similaires et sont situés sur la même génératrice :

- longueur $L = 3 \text{ mm}$
- largeur $l = 50 \text{ }\mu\text{m}$
- profondeur $p = 50 \text{ }\mu\text{m}$

Ce type de défaut longitudinal a été choisi car il devrait correspondre à l'orientation préférentielle prévue des anomalies sur les gaines irradiées.

III.2 - Résultats du contrôle

Divers essais ont été réalisés avec les mêmes paramètres de contrôle (gain et angle d'incidence $i = 19^\circ$), permettant de vérifier l'efficacité du dispositif mécanique. Les planches 6, 7, 8, visualisent les résultats du contrôle des défauts étalons avec les conditions suivantes :

- Planche 5 : avec montage mécanique, avant ovalisation
- Planche 6 : sans montage mécanique, après ovalisation ($\Delta\varnothing = 0,7 \text{ mm}$) des zones comportant les défauts.
- Planche 7 : avec montage mécanique, après ovalisation.

La comparaison de ces résultats confirme l'efficacité du dispositif mécanique. Ces premiers résultats positifs ont permis d'envisager quelques essais sur des aiguilles irradiées.

IV - EXAMENS D'AIGUILLES IRRADIEES

IV.1 - Banc de contrôle

L'examen des aiguilles irradiées est réalisé en cellule, où toutes les opérations s'effectuent par le biais de télémanipulateurs. Le montage mécanique prototype, après quelques modifications, (cf Pl 8) a été incorporé dans la cuve d'un banc horizontal. Cette cuve est animée d'un mouvement de translation longitudinale par rapport à l'axe de l'aiguille qui est entraînée en rotation. On réalise ainsi une exploration hélicoïdale de la gaine par le faisceau ultrasonore. (cf Pl 9 et 10).

IV.2 - Résultats du contrôle

Le choix des aiguilles irradiées n'a pas été quelconque et, pour une première campagne d'essais, il a semblé intéressant de montrer que le contrôle par ultrasons était capable de révéler des anomalies que le contrôle par courants de Foucault détecte nettement.

Des aiguilles, sur lesquelles la présence de défauts ne fait aucun doute, ont fait l'objet de cette vérification. Les enregistrements U.S. sont obtenus en tenant compte des paramètres de contrôle déterminés lors de la détection des défauts étalons, et après une réduction progressive du gain. On constate que le contrôle par ultrasons détecte des zones d'anomalies dont les cotes sont en excellente corrélation à celles déterminées par courants de Foucault. (cf Pl 11).

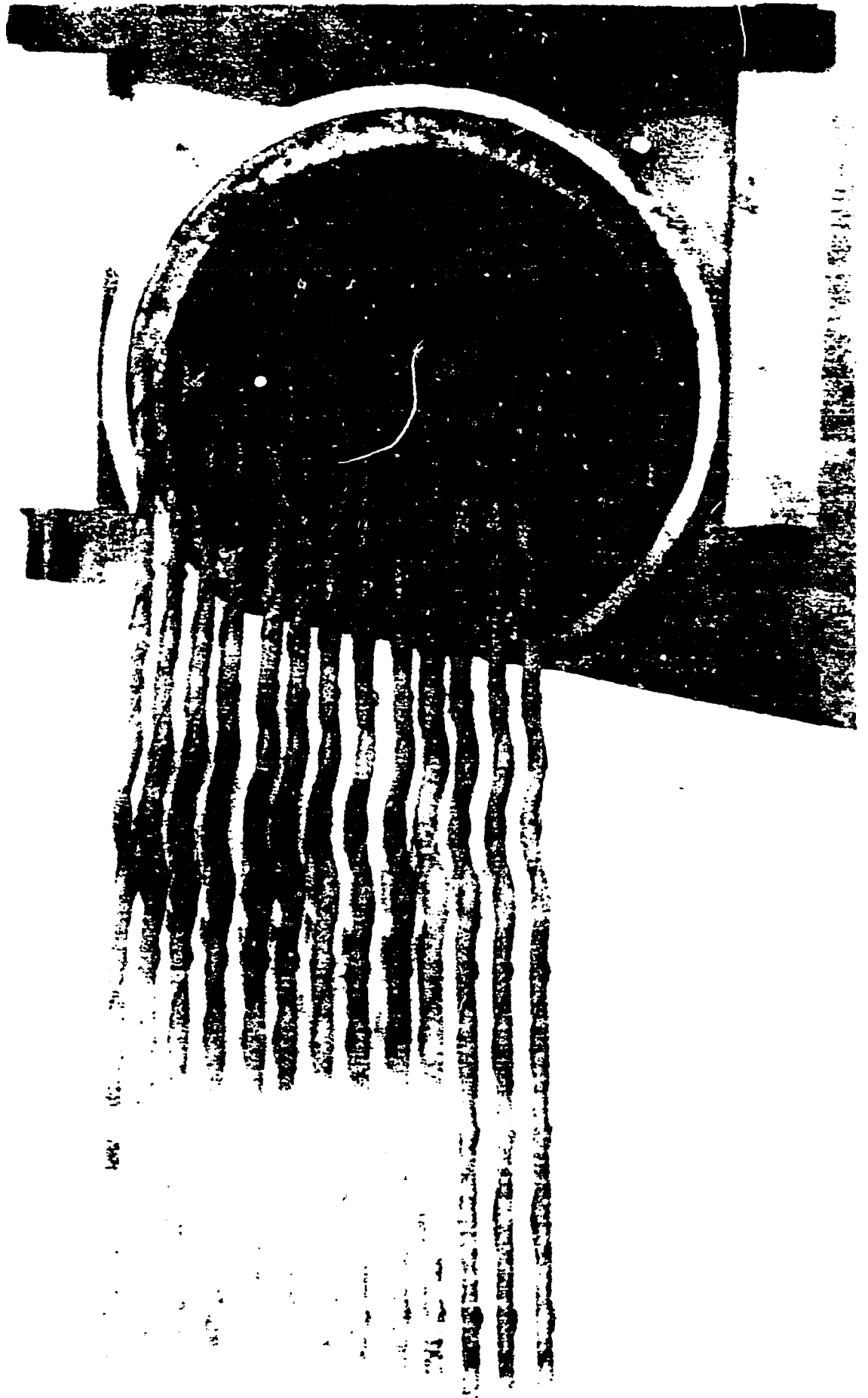
Après cette 1ère série d'essais, une expérience supplémentaire a été entreprise dans les mêmes conditions sur une aiguille qui dans la zone précédente, ne présente pas sur les enregistrements CaF un rapport signal/bruit suffisant pour assurer l'existence de défauts. L'enregistrement U.S. fait apparaître un signal net dans la zone critique qui peut correspondre à des anomalies de la gaine mal détectées par les Courants de Foucault (cf P1 12). Cette présomption d'anomalies dans la gaine s'établit d'autant mieux que des défauts de faible importance, non signalés par l'examen Courants de Foucault, ont été observés par micrographie, sur une aiguille du même lot. (cf P1 13)

V - CONCLUSION

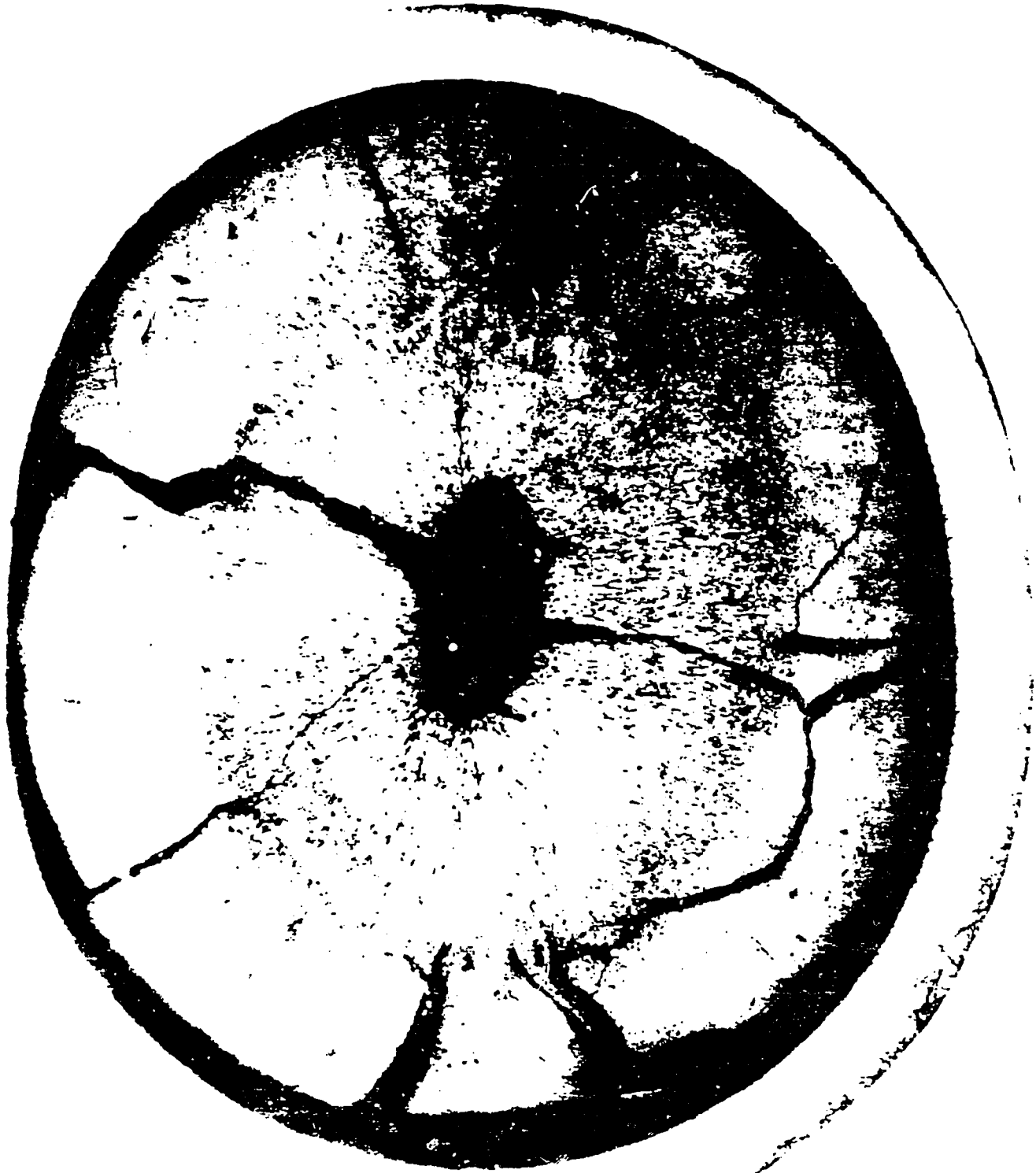
Les essais réalisés sur quelques aiguilles irradiées, ont confirmé les bonnes performances du montage mécanique ayant pour but d'assurer de bonnes conditions d'incidence du faisceau U.S. Ils ont révélé une bonne corrélation des résultats, ceux du contrôle par courants de Foucault de ces mêmes aiguilles. Ils ont de plus permis d'espérer détecter des anomalies, non révélées par CdF.

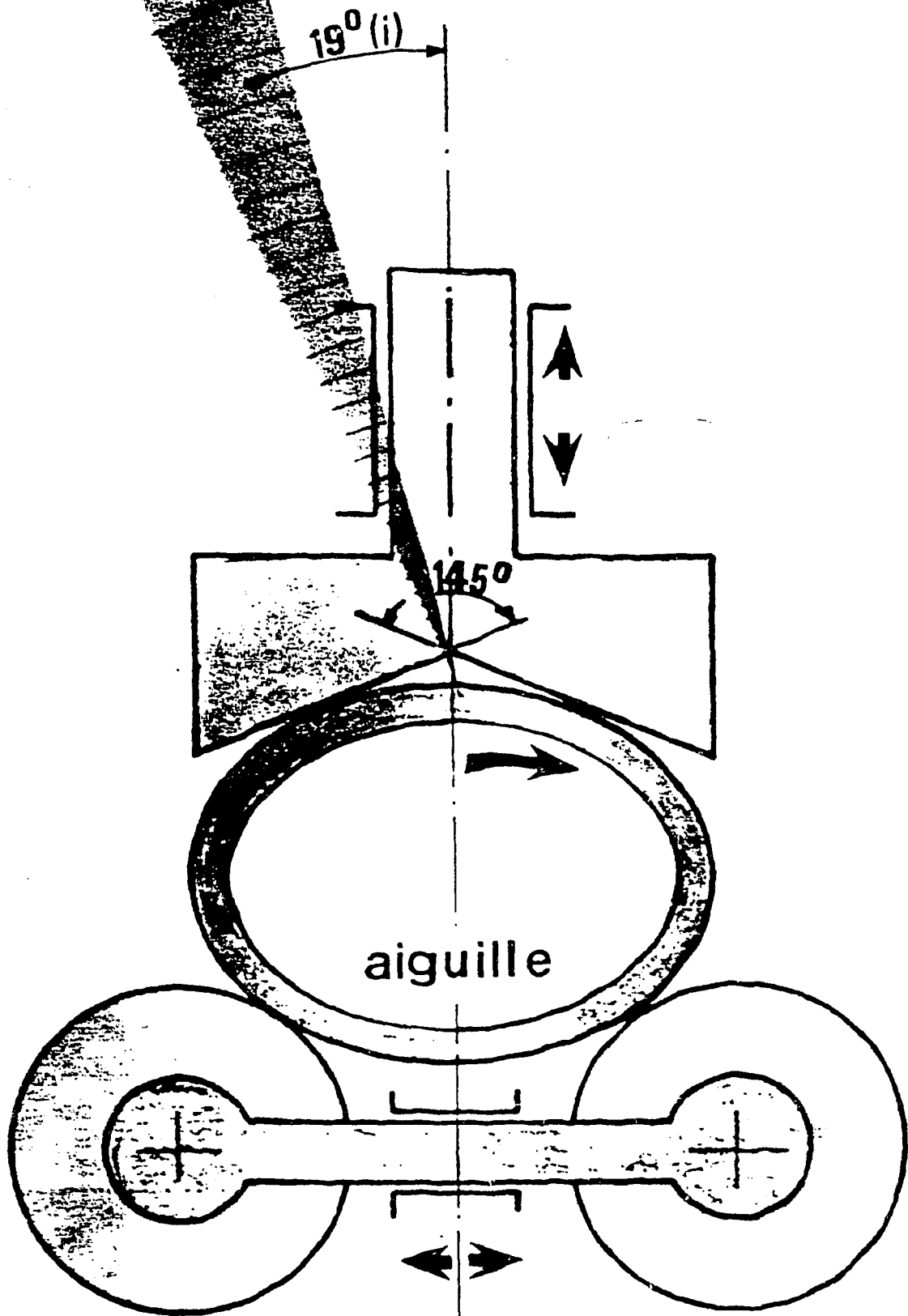
Nous étudions actuellement des dispositifs qui, en plus de l'ovalisation, permettent d'éliminer les inconvénients du vrillage.

AIGUILLES VRILLEES

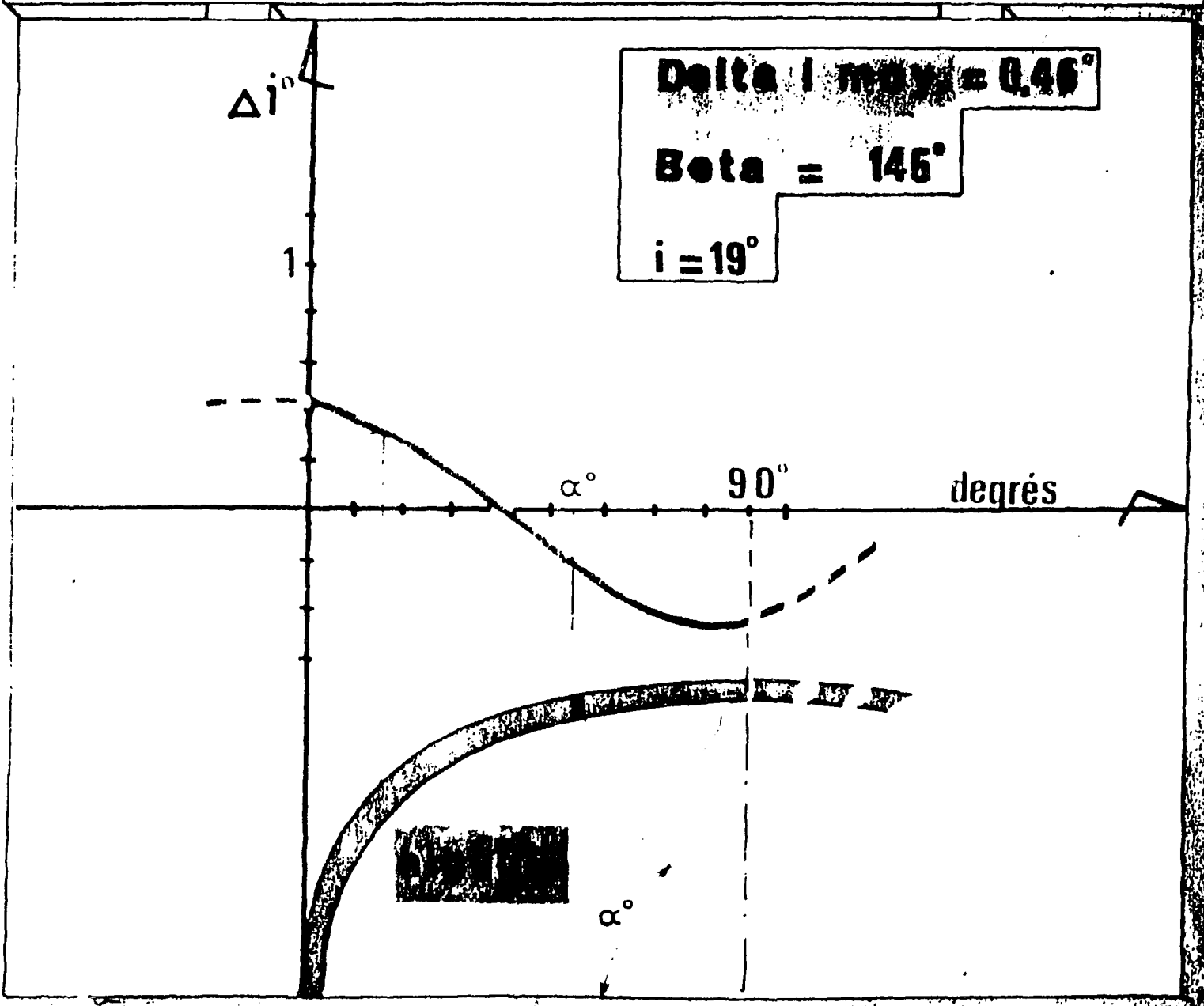


AIGUILLE OVALISEE



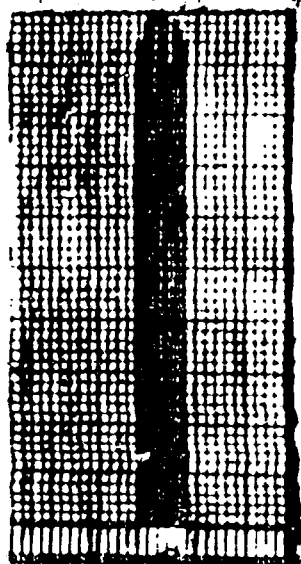


VARIATION de i / à la ROTATION de L'AIGUILLE

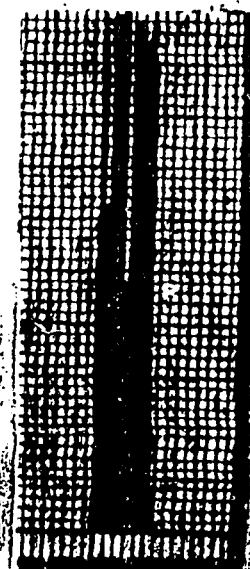


DEFAUTS ETALONS AVANT OVALISATION

AVEC MONTAGE INCIDENCE 19°



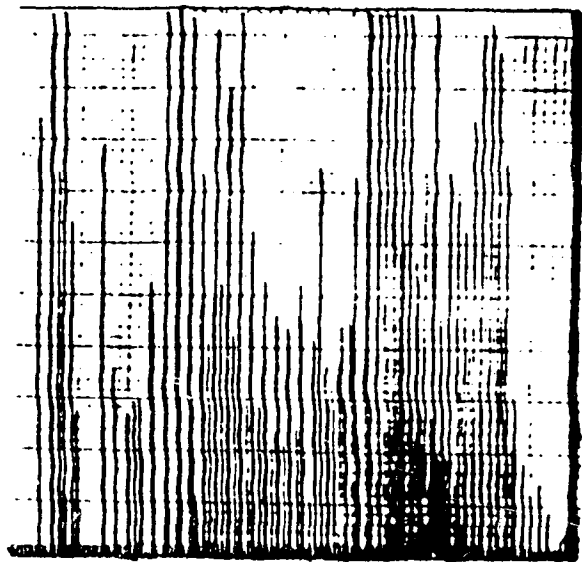
EXTERNE



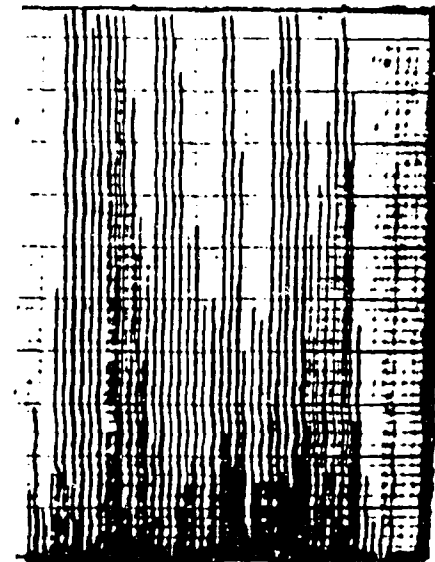
INTERNE

DEFAUTS ETALONS APRES OVALISATION

SANS MONTAGE INCIDENCE 19°



EXTERNE



INTERNE

COMPARAISON U.S. C.de F.

enregistrement ultrasons

alg. B

BCF

DEFAULTS

HCF

enregistrement courants de foucault

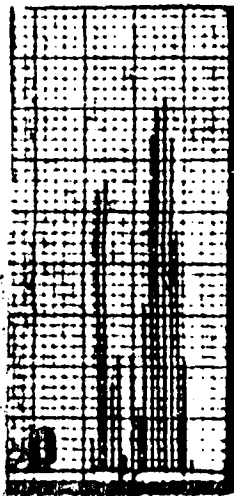
alg. B

BCF

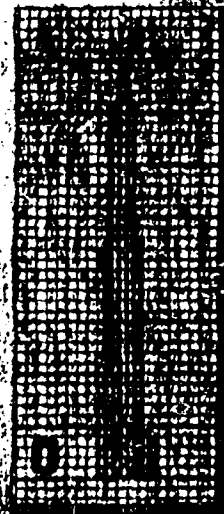
DEFAULT

DEFAUTS ETALONS APRES OVALISA

AVEC MONTAGE INCIDENCE 19°

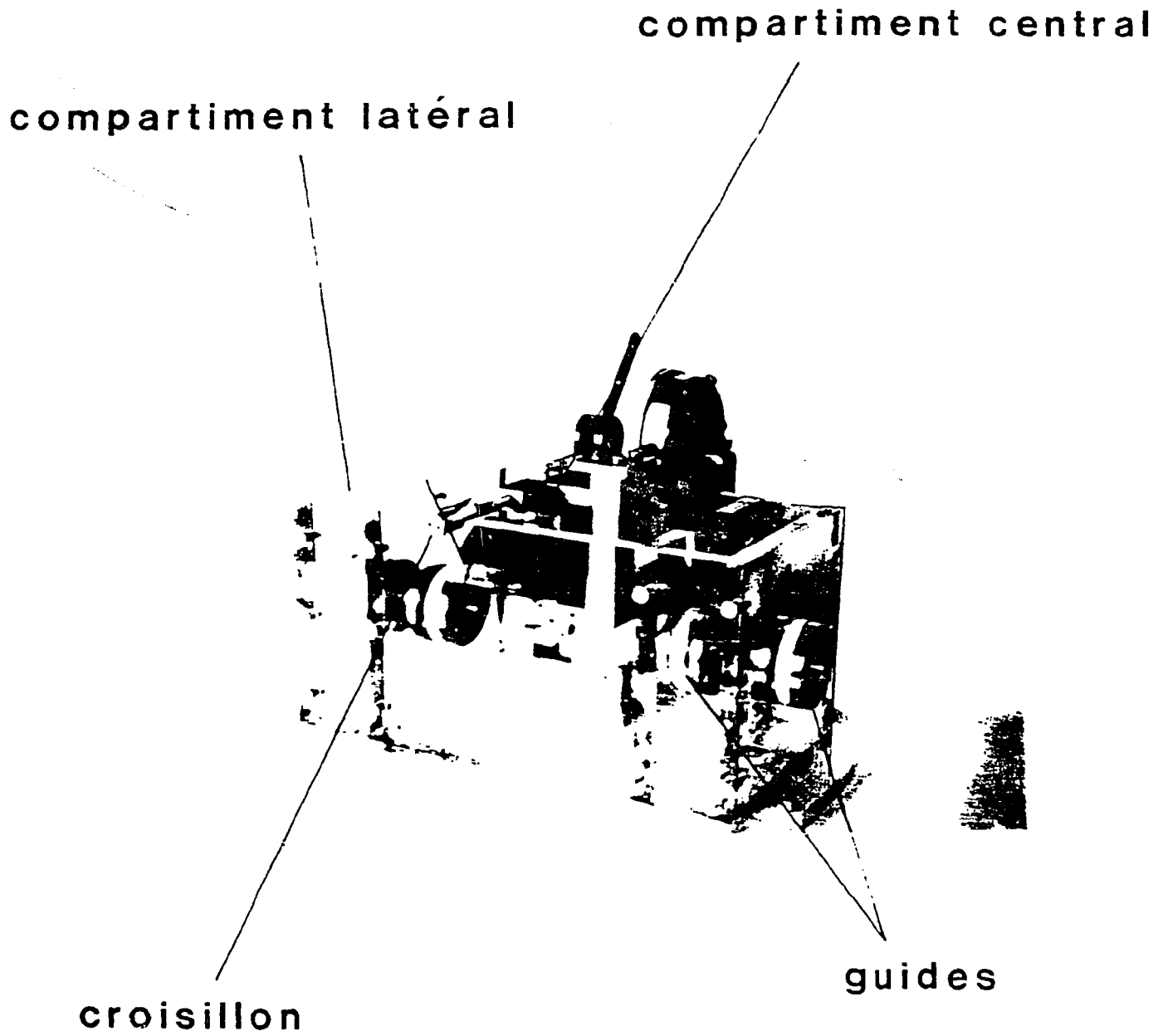


EXTERNE



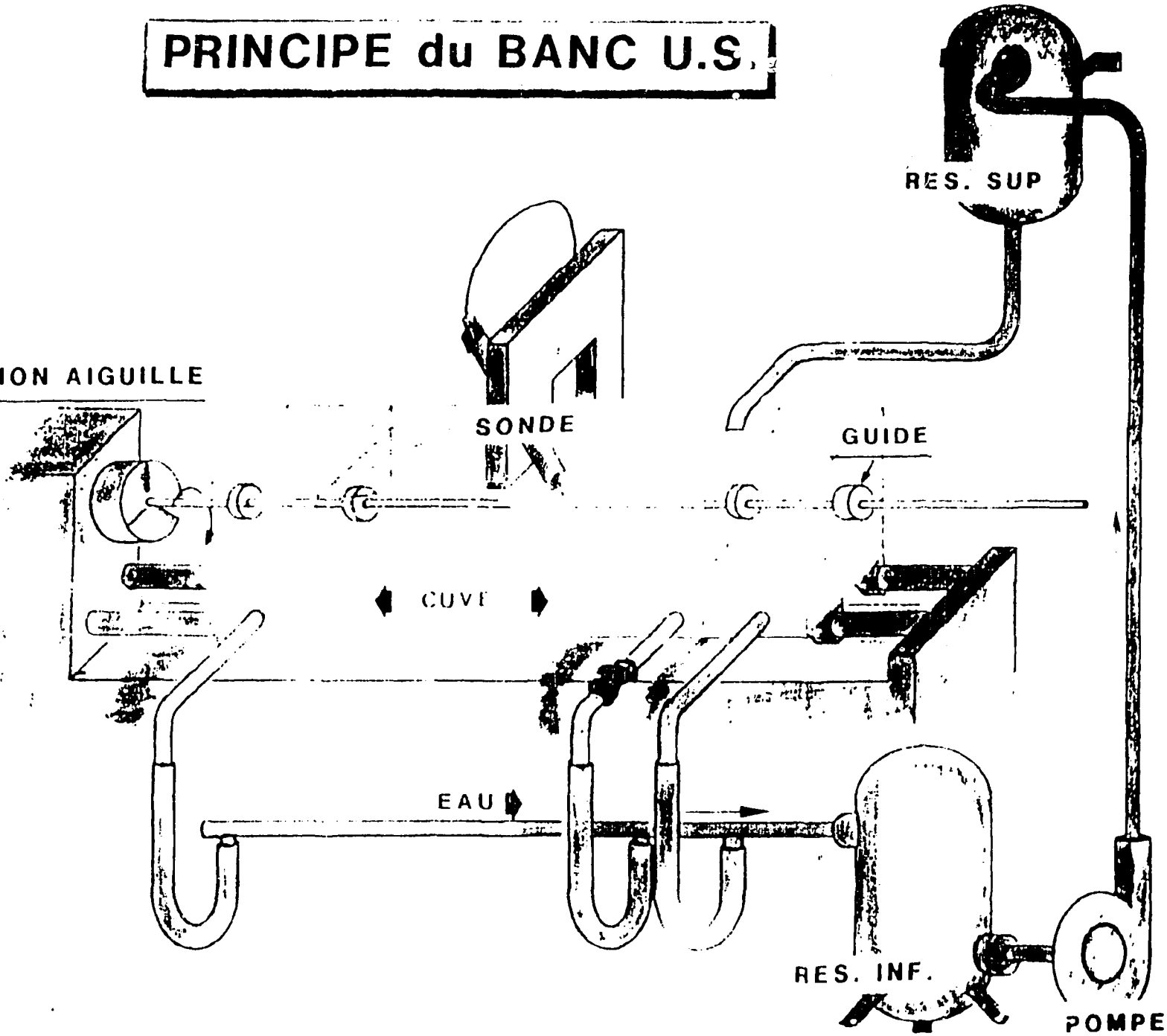
INTERNE

CUVE ULTRASONS

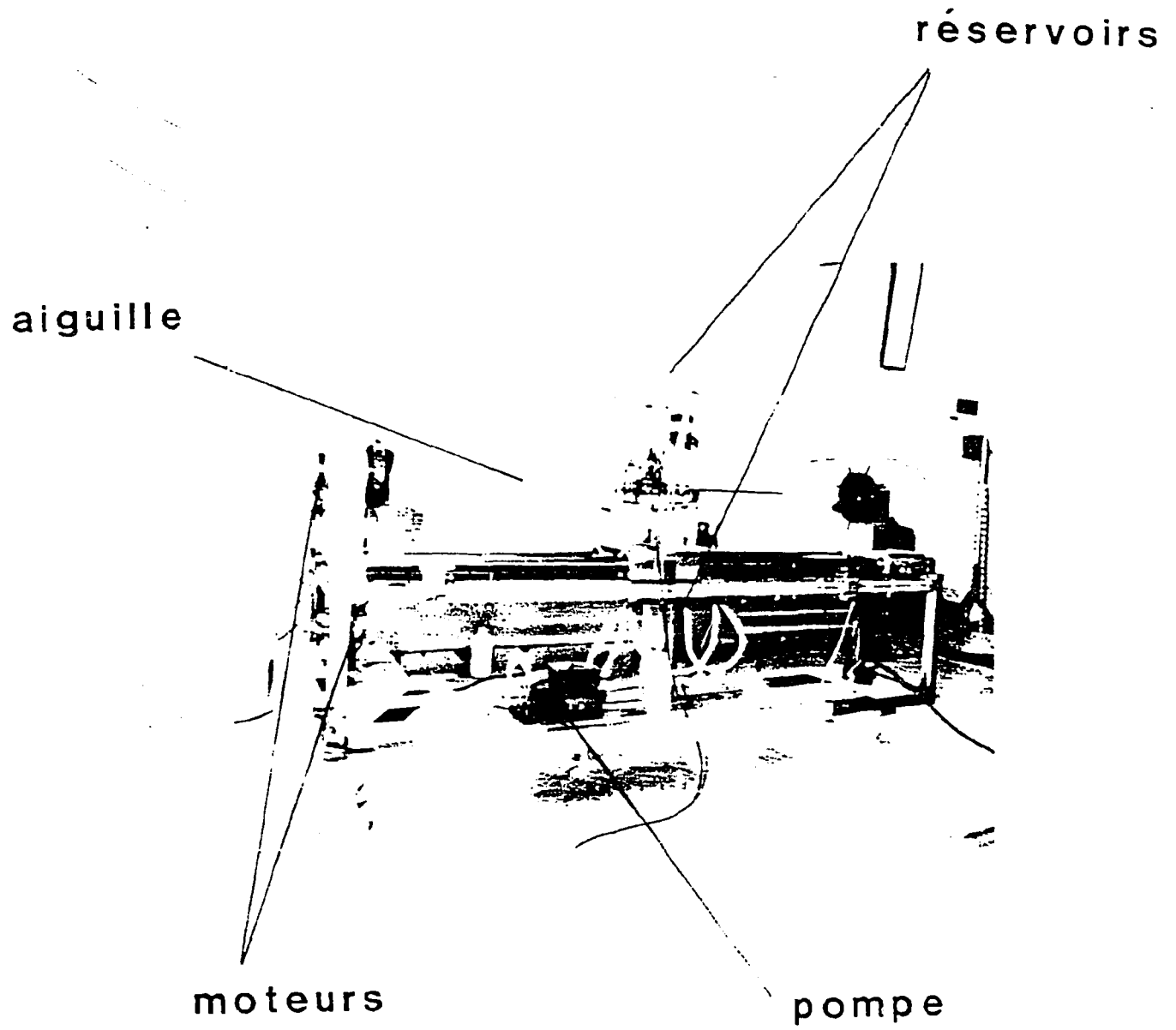


PRINCIPE du BANC U.S.

ROTATION AIGUILLE

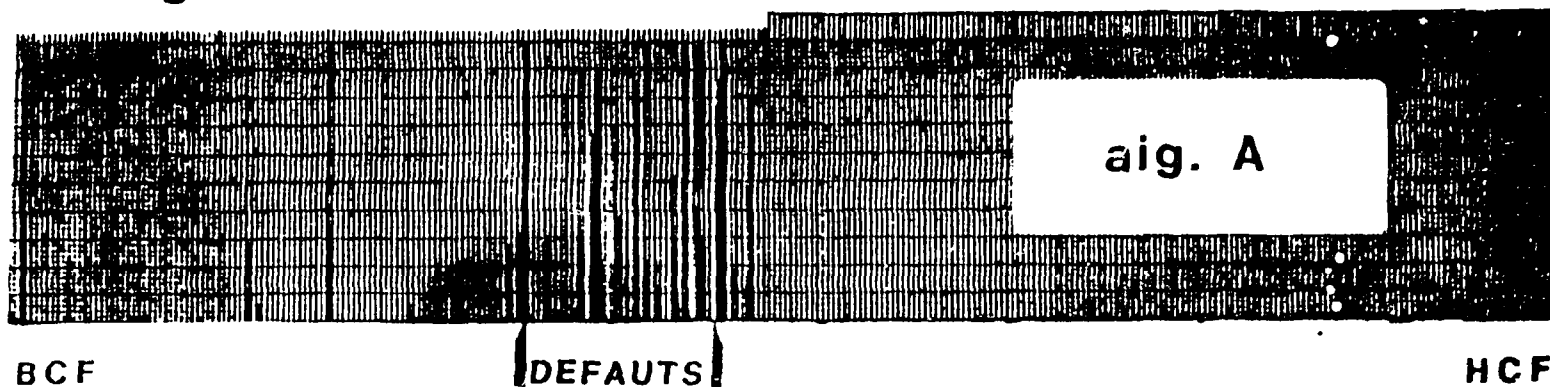


BANC DE CONTROLE

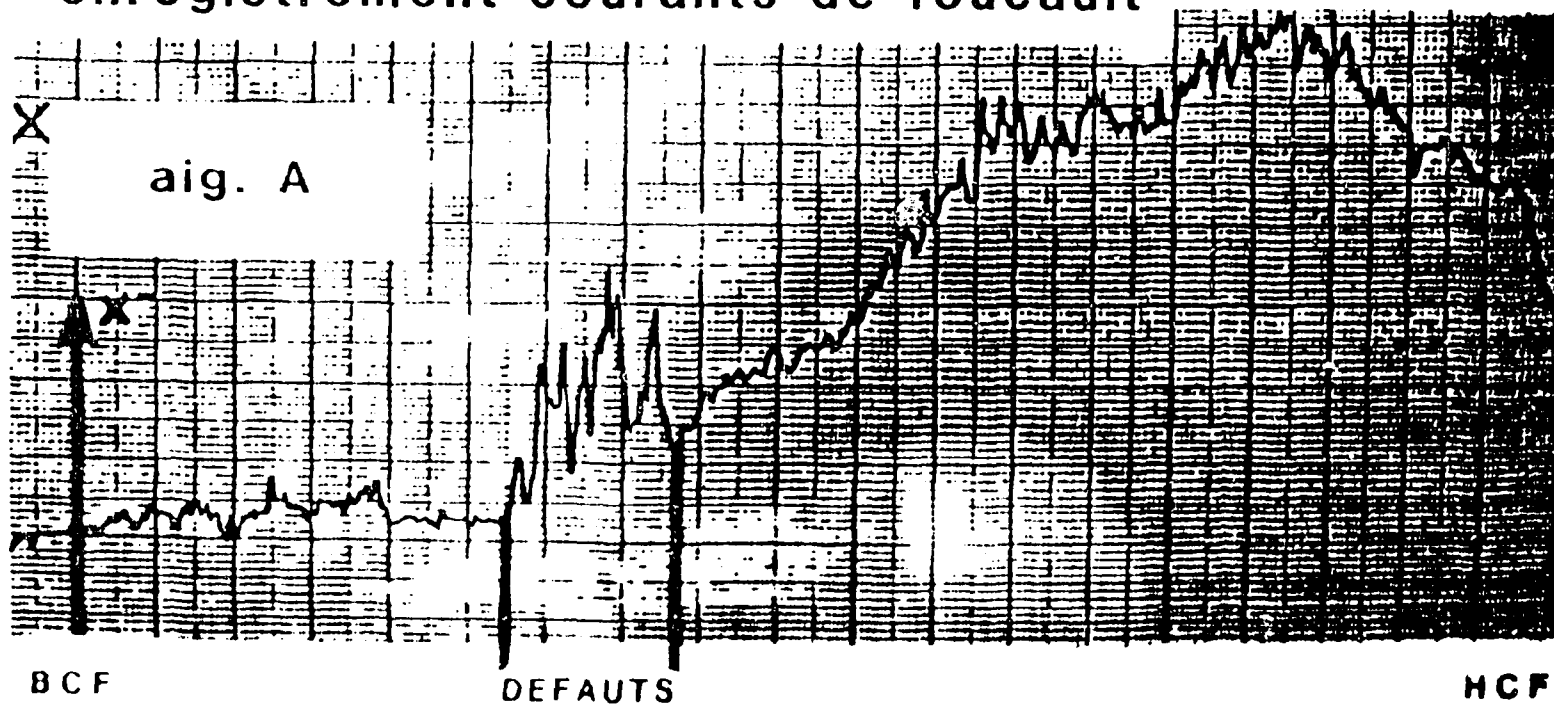


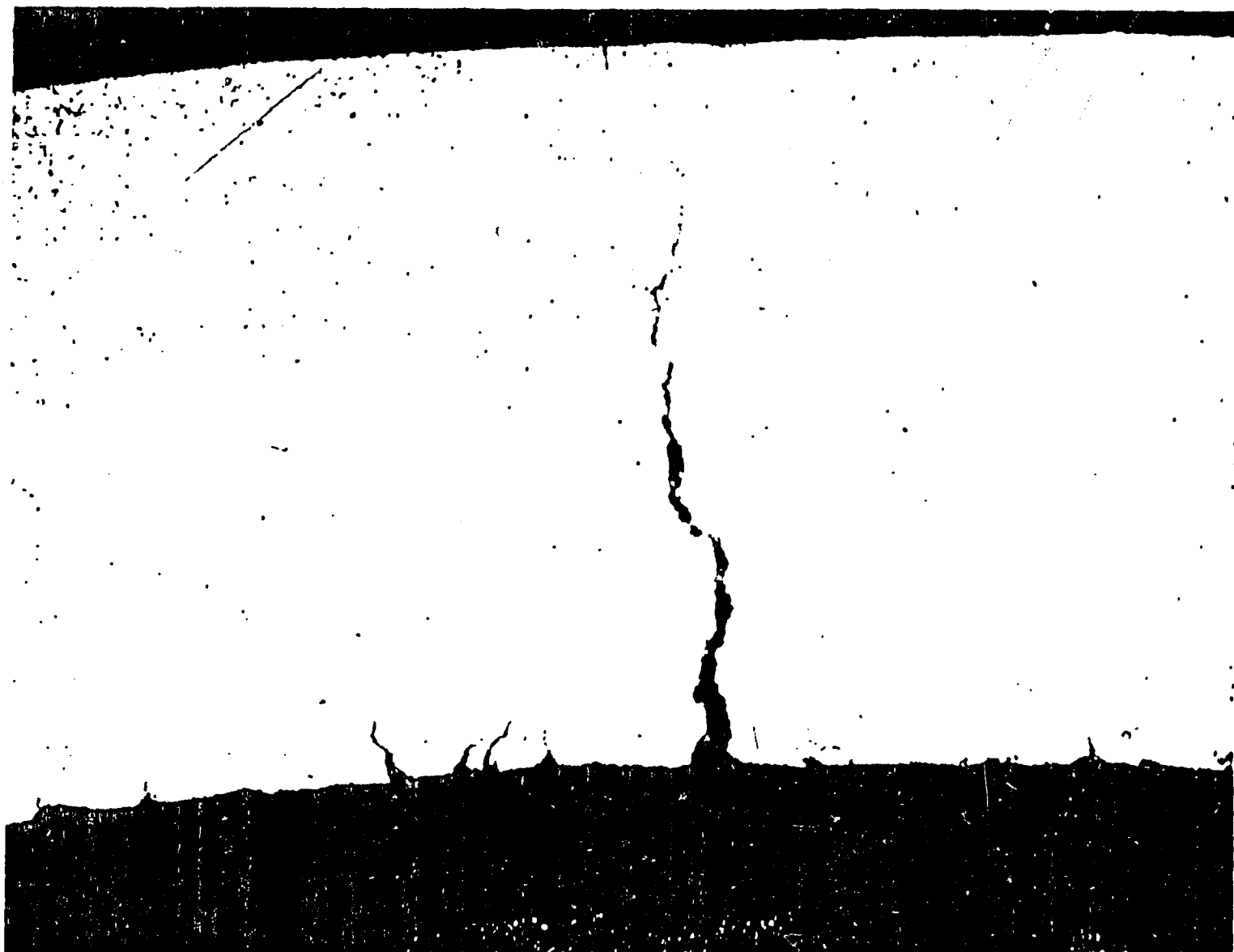
COMPARAISON U.S. C.de F.

enregistrement ultrasons



enregistrement courants de foucault





EXEMPLE DE FISSURE