

L'empreinte cotique

Système de traitement d'images en dentisterie

RUPET	F.	x
TEITZ	G.	x
TEMMEIS	P.	xx
GROSZANN	W.	xx

(x) Chirurgien dentiste CEPNODIF
 (xx) CTFPA ENSEPTIC

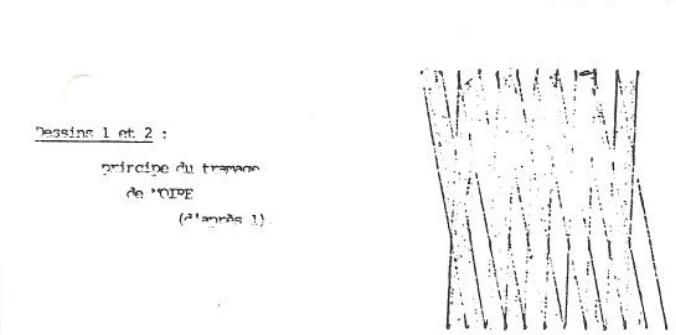
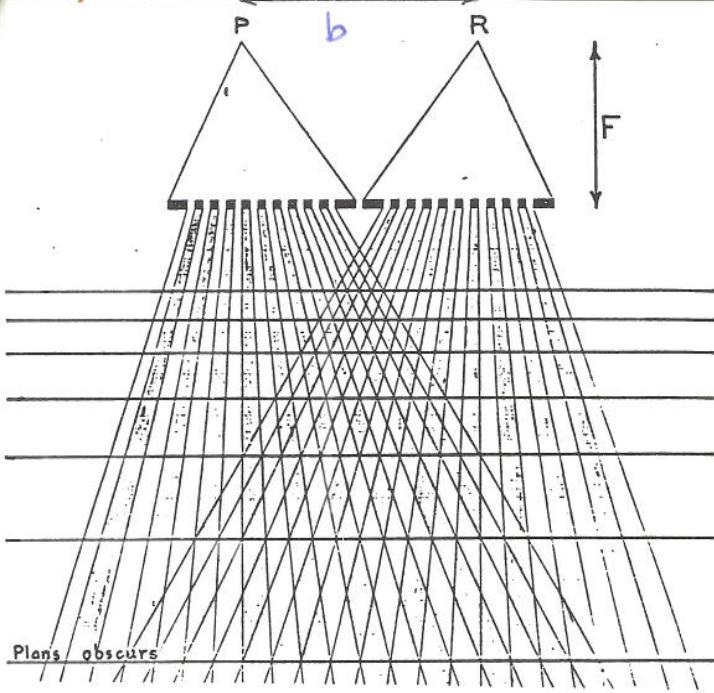
Introduction :

Depuis toujours, la seule méthode utilisée en dentisterie pour faire l'empreinte d'une dent ou d'une arcade fut basée sur un moule de la pièce à l'aide de matériaux plus ou moins élastiques. Aucune autre technique n'a été proposée à ce jour. Peuttant toutes les études physiques des systèmes en présence prouvaient que l'impression était de réale tant dans la forme que dans le point. Ainsi la fabrication d'une couronne nécessite sept changements d'état.

L'intérêt porté par la recherche aux techniques utilisant la lumière pour mesurer, transformer et transmettre la lumière, nous ont poussé vers une toute nouvelle façon d'aborder le problème de la réalisation de la pièce prothétique.

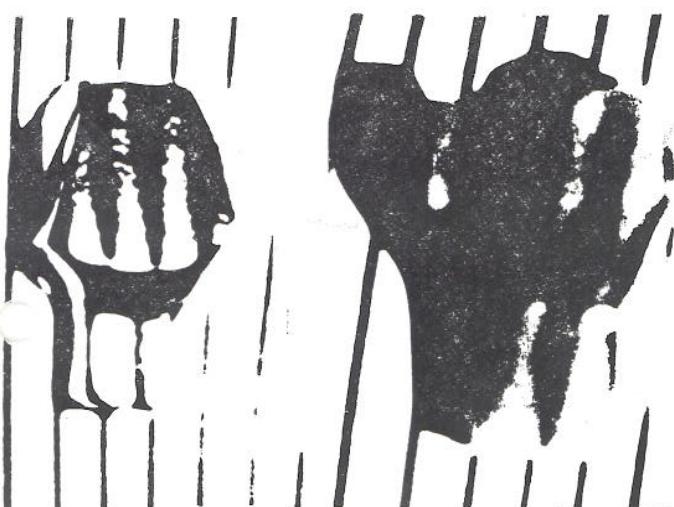
Afin de conserver la forme analytique, nous transformons la forme tridimensionnelle de la dent en valeur numérique. Ces valeurs numériques forment l'objet de traitements conduisant à la création d'un programme d'incisage. Cette automatisation nécessaire presuppose l'emploi de systèmes informatiques traitant rapidement les données, et d'algorithmes spécifiques.

Il s'agit donc de pouvoir traiter rapidement les données, de les visualiser et de créer un programme de réalisation automatique.

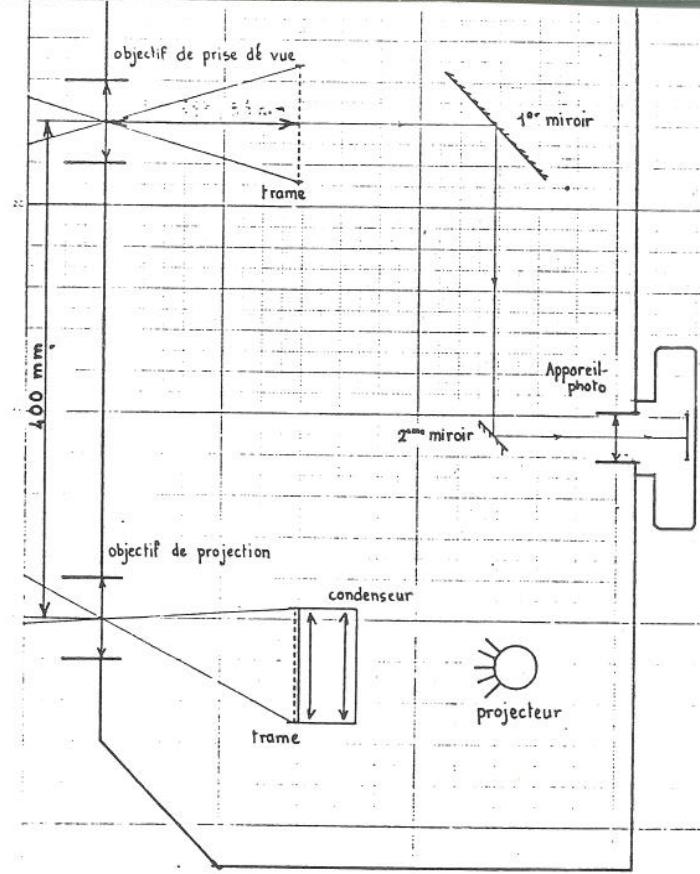
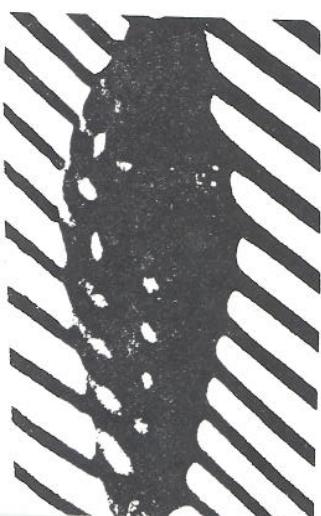


Dessin 1 et 2 :

Principe du trameau
de TOPE
(d'après 1)



- Photo 1: couronne en blanc
- Photo 2: couronne râteau
- Photo 3: dort (P..)
- Séries formées en mire
- * déformation convexe
- (système crypté)
- Le regard signal bruit n'est pas optimisé.
- Fa: frane d'analyse
- Fb: frane de référence



Dessin n°3 : le montage (d'après 1)

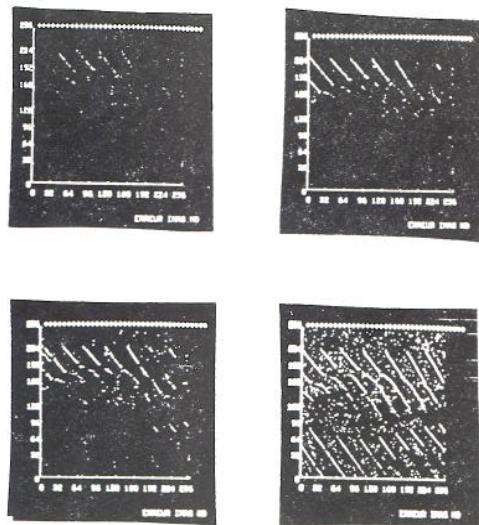


Photo 4 à 7 : différentes étapes de l'acquisition informationne de l'image motif, basée sur la "squelettisation" du profil de franes. La précision est alors au maximum des possibilités de l'image brute. Deux images ont été traitées en parallèle.

Conclusion.

Nous proposons donc un nouveau système de traitement des données en vue de la réalisation d'une vision prédictive. En utilisant la méthode de l'IMPE, la saisie des valeurs est déjà très suffisante. Le fait d'utiliser des méthodes de mesures fines et des sommes d'informations stables nous permet d'avoir confiance dans l'avenir de cette méthode.

C'est dans cet esprit qu'ont été entreprises à STRASBOURG, les recherches sur le noirci appliqués à la mesure des formes dentaires. Dans cet espace, nous étudierons l'analyse de la forme et proposerons une méthodologie d'avenir.

Comme le font remarquer NANNI et COUILLER :

"La méthode de mesure par franges de Moiré s'apparente aux mesures photométriques par la mesure de parallèle optique. Elle permet une prise rapide de données efficaces des caractéristiques de dimensionnement d'un objet à trois dimensions. Le traitement par ordinateur s'en trouve facilité". (1)

I Théorie mathématique du Moiré

Technique récente, c'est en France, dans le laboratoire de P. DANIUZ aux ponts et chaussées, qu'elle fut introduite pour la première fois de manière systématique (2) en 1958, et c'est TAKEMOTO F. qui eut l'idée d'introduire cette méthode dans les études anatomiques (3) en 1969.

Le principe de base est simple : en superposant deux réseaux formant un petit angle l'un par rapport à l'autre, il entraîne inévitablement des franges alternatives claires et sombres.

En topométrie, il est nécessaire de faire l'analyse de la superposition de deux réseaux, l'un de référence faite de lignes droites parallèles équidistantes projetées sur l'objet et l'autre, réflecté donc déformé par le relief à mesurer. Les franges apparaissent donc comme des courbes de niveau de la surface analysée parallèle aux plans focaux du projecteur et de la caméra (1).

Si l'on pose : F = distance focale des objectifs identiques, projecteur et caméra

β = paramètre caractéristique du montage proportionnel à l'écartement des axes optiques des deux appareils et inversement proportionnel au pas du réseau.

L'expression de l'altitude de chaque courbe de niveau peut s'exprimer par

$$z_N = \frac{\beta}{\beta - 2F}$$

où N prend des valeurs entières.

Le pr
courbes quel
le de grande

II Acquisition

2.1.

L'op
une bonne fi
ristiques de
saire pour n
temps réel.

Nous
dimensionnel

2.2.

Il s'

possédant un

focale 150 e

La dé
méthode de A
demandées au

10^{-3}

0,02 :

10 mm

3 mm

3 mm

Nous
une molaire

les recherches
ont exposé,
celle d'avenir.

mesures photo
prise rapide
objet à trois
1)

P. DANIU
ois de manière
introduire cette

aux formant
ment des frar-

superposition
des équidis-
se le relief à
ui de la sur-
face (1).
, projecteur

inertiel à
appareils et
neau.
s'expliquer par

1985.

Le problème mathématique du Moiré, quoique plus complexe pour des lignes courbes quelconques, reste malgré tout extrêmement simple en général car l'échelle de grandeur reste le concept central de cette mathématique.

II Acquisition des données graphiques.

2.1. Environnement.

L'opération des saisies nécessite leur discrétisation. Il nous faut donc une bonne finesse d'analyse (100μ près) pour enregistrer les détails caractéristiques de la forme et réduire au maximum les informations. Ceci est nécessaire pour ne pas saturer l'ordinateur et réduire la durée du traitement en temps réel.

Nous avons donc choisi pour ces raisons, des appareils de métrologie dimensionnelle basé sur les franges de moiré par projection.

2.2. Matériel utilisé (dessins 1, 2 et 3)

Il s'agit du PM 40 construit par la firme japonaise FUJINON. Il comprend :

- un projecteur type diapositive d'une puissance de 650 W possédant une trame de 10 traits/mm
- un appareil photographique FUJINON M 35 de distance focale 150 et d'un format film 135 comprenant la même trame.

La détermination des coordonnées X Y Z à 100μ près se fait selon la méthode de ANNONI et Coll (1) en respectant les mêmes valeurs de précision demandées aux constantes essentielles, c'est à dire :

- 10^{-3} mm pour le pas de la trame
- 0,02 mm pour le nombre de franges
- 10 mm pour la distance séparant les deux centres optiques
- 3 mm pour la distance focale des appareils
- 3 mm pour la distance du centre film au plan de référence

Nous avons travaillé sur des fantômes de dents représentant théoriquement une molaire et une incisive en acier et en résine.

III Test de mesures.

Pour étudier la faisabilité du système, nous avons photographié 3 CR (Or, Acier et Plastique) et 2 dents. L'intérêt d'utiliser différents matériaux est de connaître l'influence de la brillance sur le sujet traité par cette analyse.

Pour chaque mesure optique, a été fait un contrôle manuel au pied à coulisse digital d'une précision de 0,1 mm.

L'opération a été répétée plusieurs fois d'abord avec des trames larges (voir photos 1, 2 et 3) puis des trames de plus en plus étroites.

L'étude des coordonnées a été reporté sur écran cathodique (voir photo 4)

IV Discussion, Avenir de la méthode.

Nous constatons que la méthode de mesure des franges de moiré se trouve limitée dans le domaine d'application de faible précision (en dessous de 100 μ). D'autre part, un objet de couleur uniforme donne de meilleurs résultats (ce qui est le cas d'une dent). N'exigeant pas l'intervention de l'œil, elle permet un traitement automatique de l'image par ordinateur.

Il est certain que l'interférométrie holographique est extrêmement efficace à quelques μ près, mais elle est beaucoup plus complexe donc plus coûteuse (elle s'impose pour l'analyse de microstructures de l'ordre du micromètre). Pour ces raisons, nous expérimentons parallèlement mais préférentiellement cette deuxième technique d'approche.

De toute façon, les conséquences de cette empreinte optique sont énormes dans le domaine de la dentisterie. Il sera possible de réaliser en temps réel une prothèse dans n'importe quel matériau et ce, de façon automatique. Il sera aussi possible de perfirer bon nombre de diagnostics en O.D.F. ou parodontologie. Il s'agit donc plus de créer un nouvel ensemble transformant radicalement le métier du chirurgien dentiste.

V Conclusion.

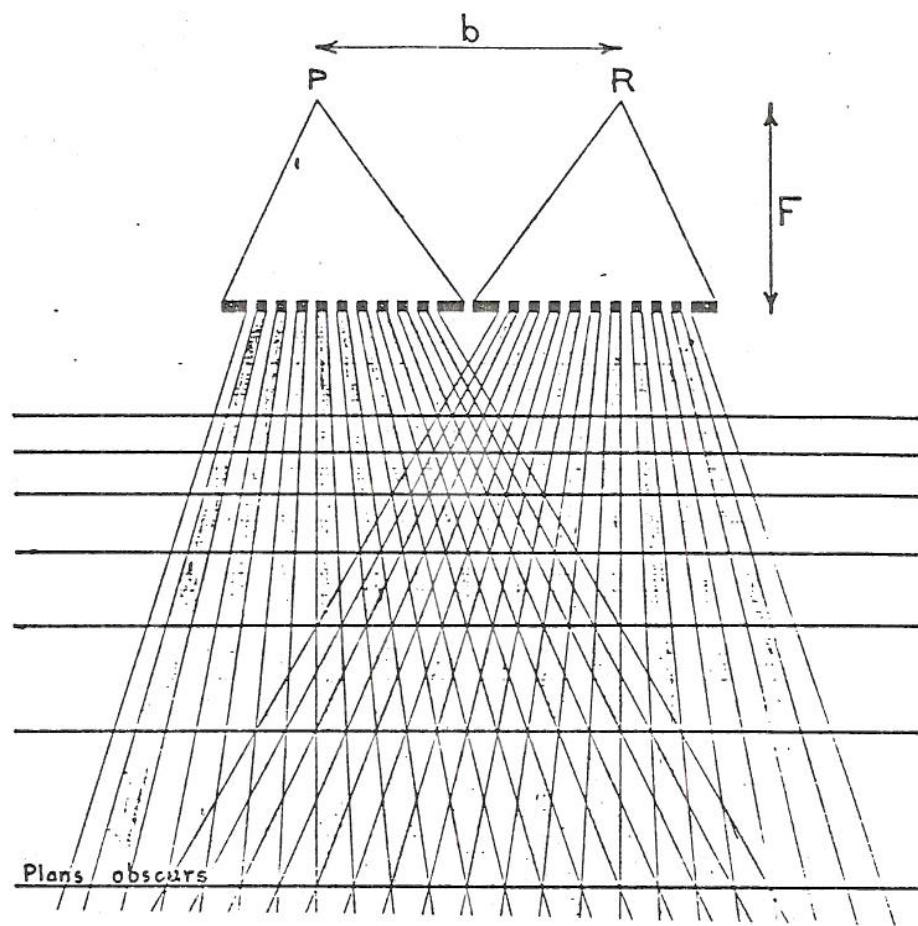
16.3 CR
Métaux
mette
pied à

Nous proposons donc un nouveau système de traitement des données en vue de la réalisation d'une pièce prototypique. En utilisant la méthode de l'INIEF, la saisie des valeurs est déjà très suffisante. Le fait d'utiliser des méthodes de mesures fines et des supports d'informations stables nous permet d'avoir grand espoir dans l'avenir de cette méthode.

Photogramtrie

1. ANNONI et Coll : une recherche pluridisciplinaire de métrologie photonique dimensionnelle.
Rapport Interne.
2. DANIU P. : utilisation des réseaux pour l'étude des déformations
An. J. Techn. R. et T.P. 121, 1958, pp 78-98
3. TAKASAKI H. : Moiré topography
Applied optics 9, 1970, pp 1457-1572.

Pi



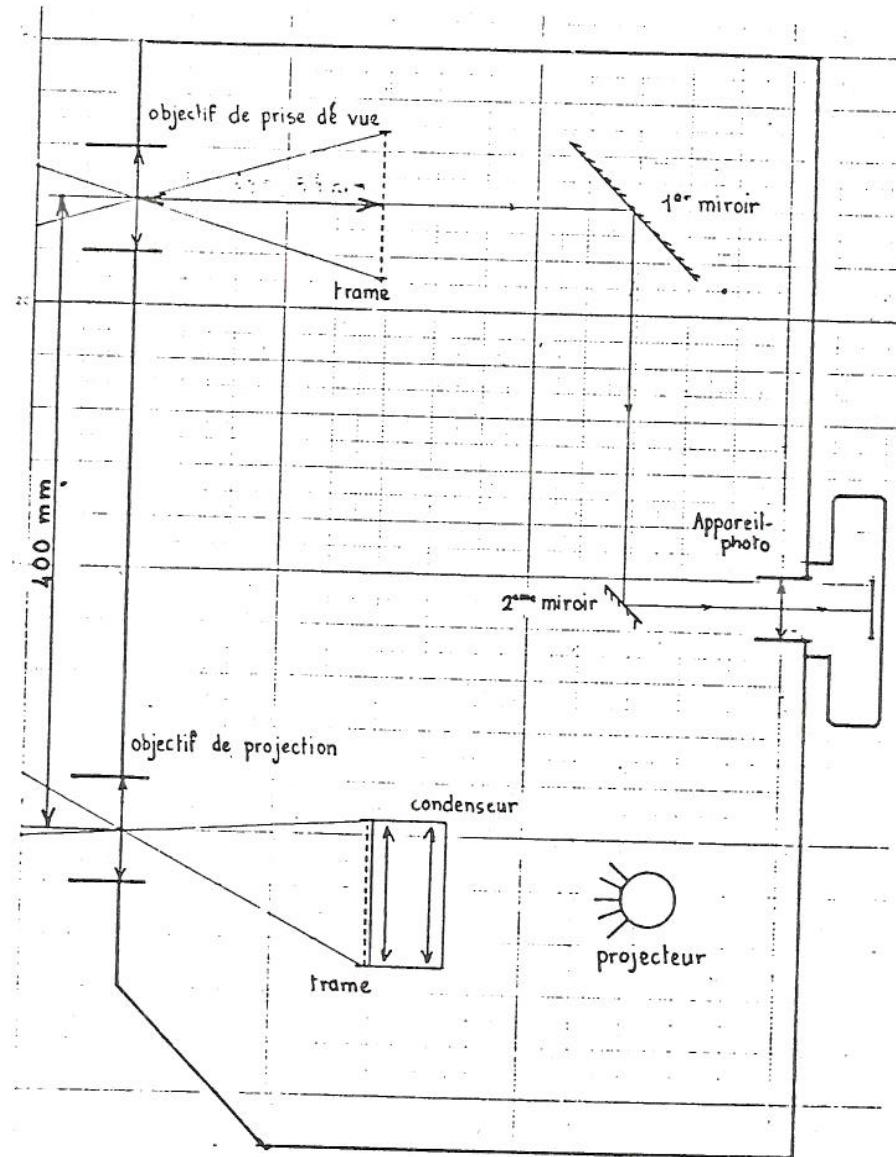
Dessins 1 et 2 :

Principe du trameage

de l'OIPF

(d'après 1)





Dessin n°2 : le montage (d'après 1)

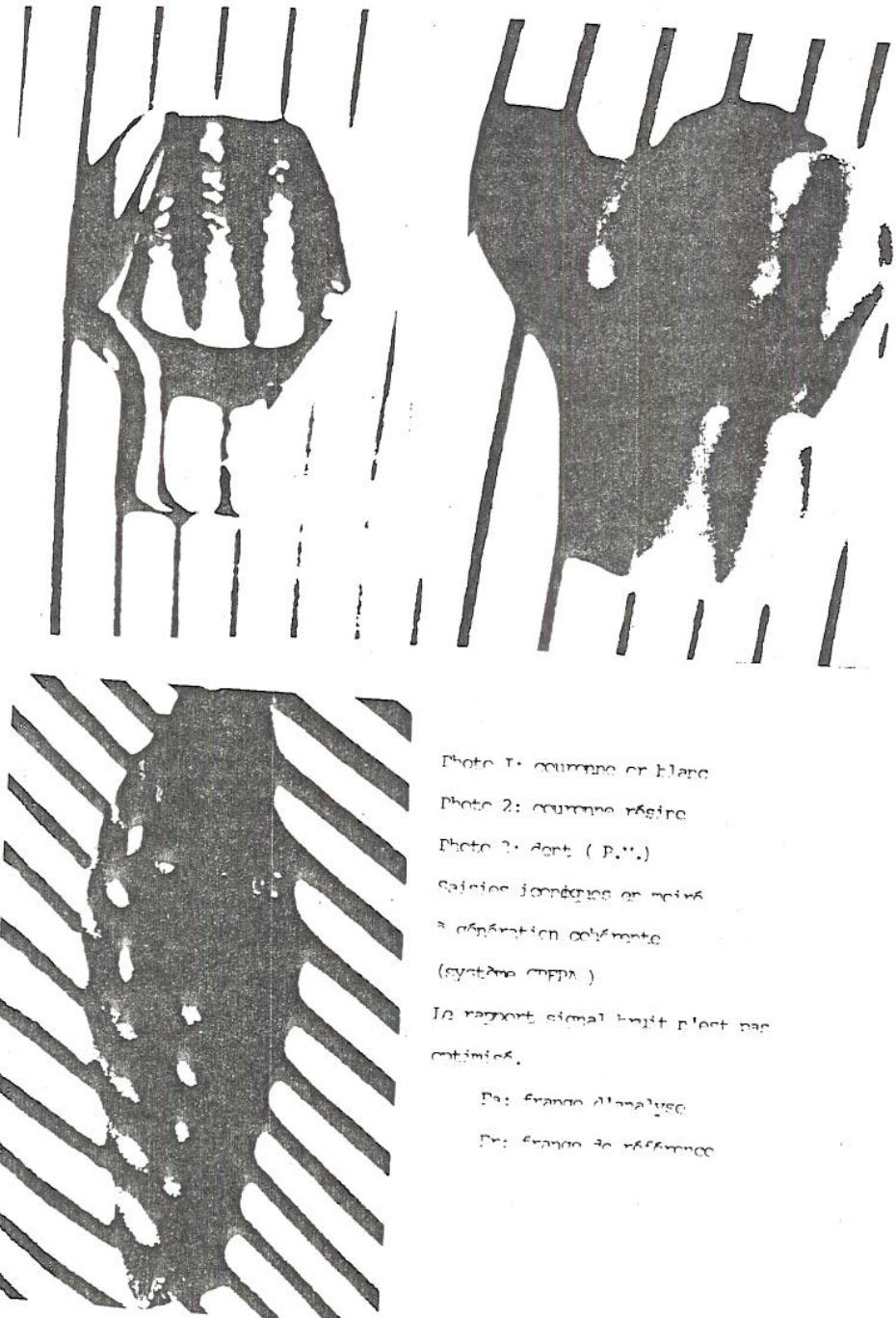
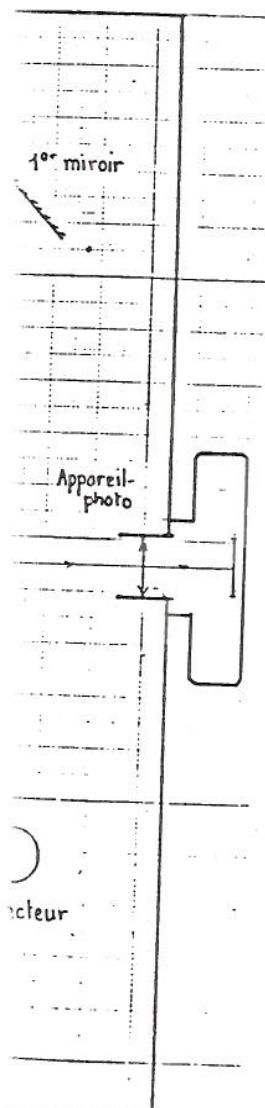


Photo 1: couronne en blanc

Photo 2: couronne noire

Photo 3: dent (P.)

Saines jumelles en moins

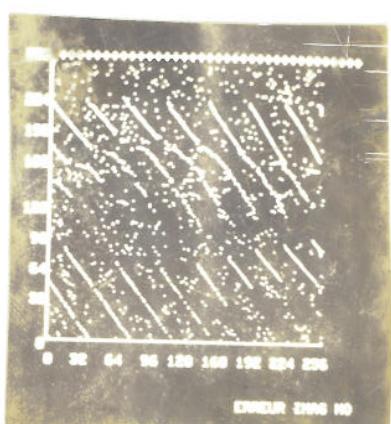
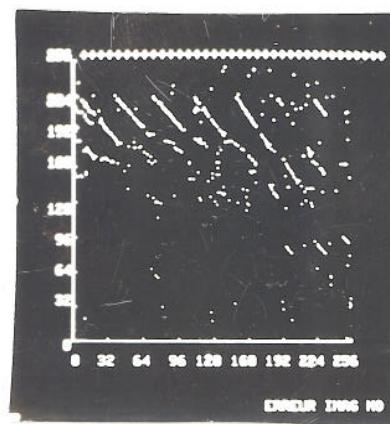
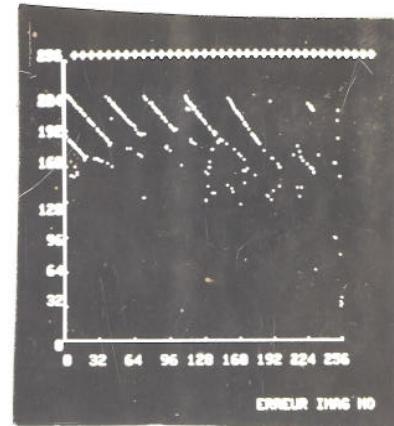
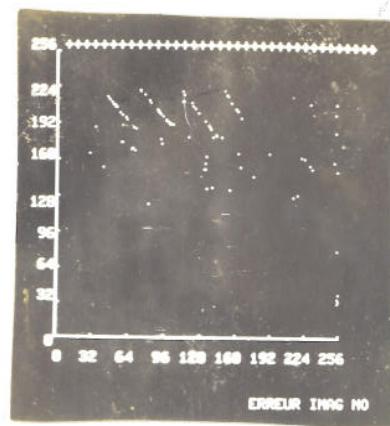
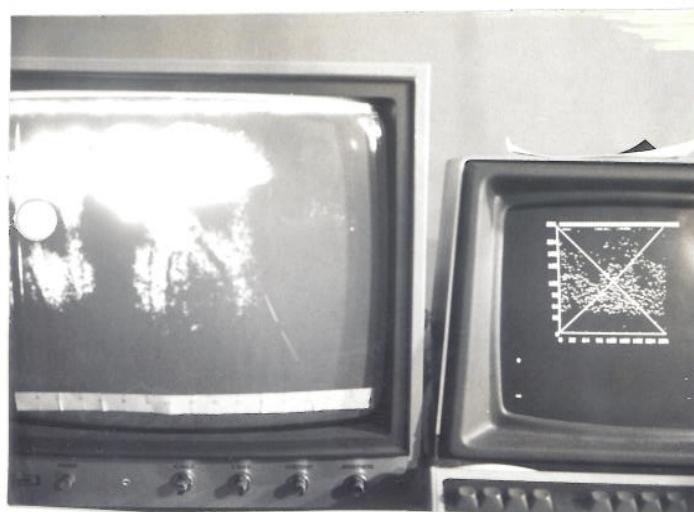
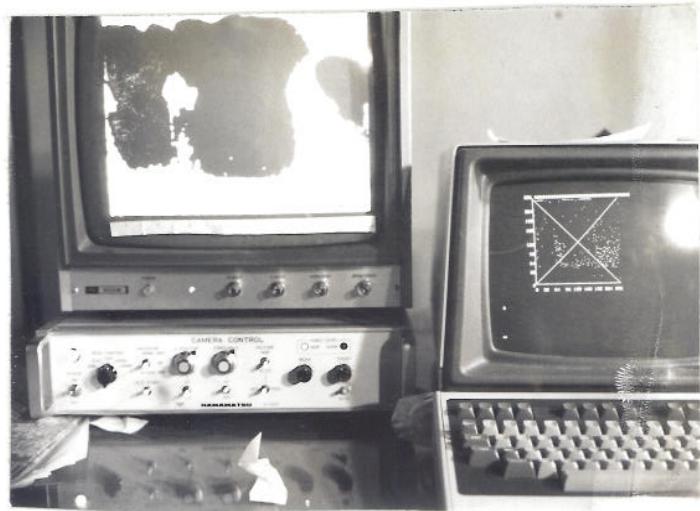
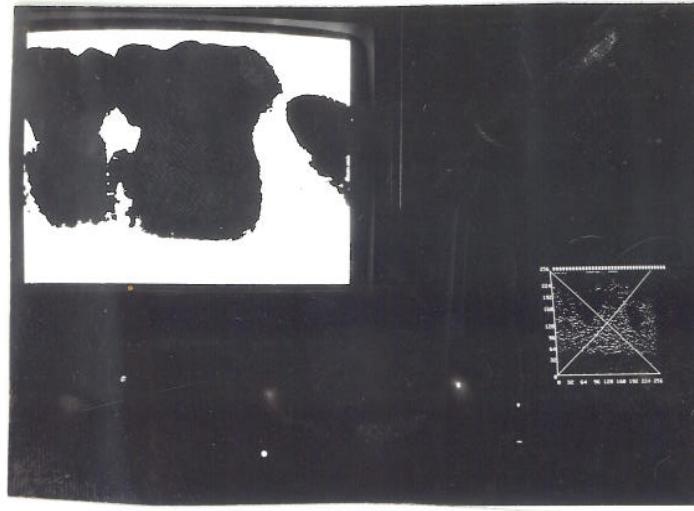
à détection cohérente

(système CMPPA)

Le rapport signal bruit n'est pas continué.

Fat: fréquence d'analyse

Fbi: fréquence de référence



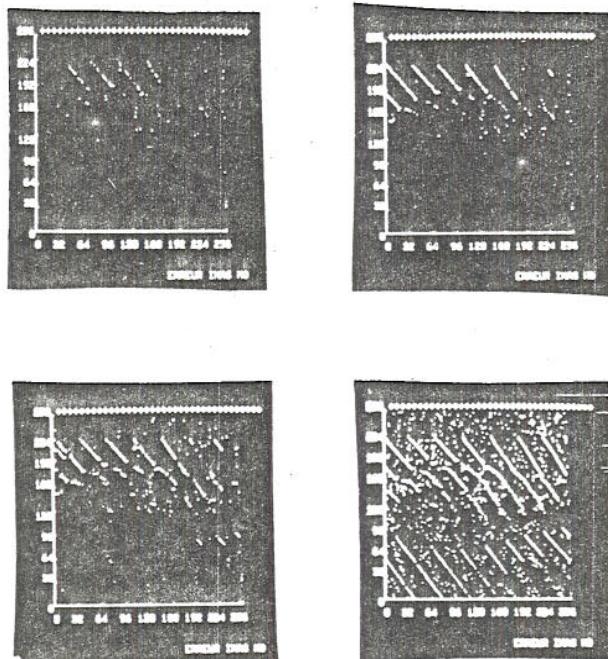


Photo 4 à 7 : Différentes étapes de l'acquisition informationne de l'image reine, basée sur la "squelettisation" du profil de francs. La précision est alors au maximum des possibilités de l'image brute. Deux images ont été traitées en parallèle.