

EMITTANCE ET ACCEPTANCE DANS LA 1ère LONGUEUR D'ONDE BETATRONIQUE

I. INTRODUCTION

Les mesures dont nous rendons compte ont pour but la représentation du faisceau du Linac en émittance après la traversée de la 1ère longueur d'onde bétatronique de la machine, et d'autre part, une tentative de détermination de l'acceptance de cette même partie en fonction des paramètres de l'injection (en particulier du champ magnétique à l'injection).

Nous nous proposons de présenter les résultats obtenus en laissant aux personnes qui travaillent sur ces problèmes, le soin de voir ce qui peut les intéresser en particulier. Pour chacune des photos prises, nous donnons :

- a) La courbe d'émittance ou d'acceptance correspondante.
- b) Un tableau sur lequel sont indiqués les paramètres machine relatifs à la courbe.
- c) Les résultats numériques obtenus.
- d) Une table comparative des émittances et acceptances en fonction du champ magnétique à l'injection.

## II. ANALYSE D'EMITTANCES A PARTIR D'EMULSIONS PHOTOGRAPHIQUES

---

Depuis plus d'une année, la technique photographique a été utilisée pour mesurer les divergences du faisceau du Linac et ceci à différentes énergies <sup>1)</sup>, <sup>2)</sup>.

Rappelons que cette méthode est basée sur l'analyse des images d'une série de fentes parallèles - verticales ou horizontales - (plan Y ou Z), obtenues sur une émulsion après le passage du faisceau. Connaissant la position des fentes, la distance entre la cible et l'émulsion ainsi que la largeur des images, nous pouvons calculer les divergences du faisceau à partir d'une ligne de base déterminée, en l'occurrence le centre de la chambre. Le dessin de la figure 1 explique la méthode utilisée.

Les émittances étant ramenées à des ellipses nous définissons ces dernières par les paramètres  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (voir figure 2), le système de coordonnées par rapport à la chambre étant indiqué sur cette même figure. Pour l'interprétation des résultats nous rappelons que connaissant la surface d'une courbe d'émittance ou d'acceptance, donnée en mm.mRad nous déduisons l'émittance en posant :

$$E = \frac{S}{\pi} \quad \text{et nous avons} \quad E = a \cdot b$$

Jusqu'au début de cette année, cette technique ne put être utilisée à la sortie du Linac (50 MeV). En effet, à cette énergie, le "bruit de fond" occasionné par l'impact du faisceau sur la cible rendait quasi impossible l'analyse des images. Après avoir essayé de nombreux types d'émulsions nucléaires Ilford K et film X, nous sommes arrivés à sélectionner une émulsion diluée K-2 préparée spécialement dans ce but par C. Bovet. Les images obtenues pour une impulsion de 10  $\mu$ s à l'énergie de 50 MeV sont totalement dépourvues de bruit de fond et la structure fine de l'émulsion nous permet dans les conditions présentes d'analyser les largeurs d'image au dixième de millimètre (Voir fig. 3a, b, c). La préparation des plaques sensibles a été obtenue

---

1) U. Tallgren, "Recent experiments and measurements on the CPS RF ion source" MPS/Int. LIN 62-3, 2.8.1962.

2) Th. Sluyters, "A beam quality device for the CPS pre-injector" MPS/Int. LIN 63-6, 18.6.1963

en coulant sur  $400 \text{ cm}^2$  de verre :

- 1000mg de gélatine non sensible additionnée de 500 mg de gel Ilford, et
- $40 \text{ cm}^3$  d'eau distillée

ce qui donne une couche d'émulsion d'environ  $20 \mu$ .

Les cibles sont constituées par des barrettes de laiton de 4,5 mm d'épaisseur et fraisées de façon telle que l'ensemble forme une série de fentes parallèles de 0,2 mm de largeur et espacées de 4 mm entre elles dans le plan Y et 3 mm entre elles dans le plan Z. Dans ces conditions, l'angle maximum des particules est limité à

$$\frac{0,2 \text{ mm}}{4,5 \text{ mm}} \times 10^3 = 44,5 \text{ mRad}$$

Il est évident que la précision des mesures n'est bonne que si la largeur de la fente est petite par rapport à la largeur de l'image.

### III. APPAREILLAGE DE MESURE

L'appareillage utilisé pour ces mesures a été construit à partir d'éléments standard Linac, constitué par des tubes de 95 mm de diamètre intérieur et pour cette raison nous n'avons pu explorer totalement le plan horizontal.

Il comprend :

- a) Un volet dans lequel furent placées deux grilles ; l'une à fentes verticales pour explorer le plan de phase horizontal (Y) et l'autre à fentes horizontales pour le plan vertical Z (voir le chapitre relatif à l'analyse de l'émittance II)

- b) Une paire de volets permettant de déterminer la position du faisceau.
- c) Un transformateur de courant avec préamplificateur transistorisé.
- d) L'appareillage photo (voir figure 4).

Ce dernier a été réalisé à l'aide d'un tube en antico dans lequel coulisse un chariot surmonté d'un cadre supportant les émulsions. Un moteur monté sur la flasque (avec compteur mécanique et un émetteur d'impulsions) entraîne une vis sans fin à l'intérieur du tube qui déplace le chariot. L'ensemble de l'appareillage est commandé depuis la position de contrôle du Linac avec comme référence des compteurs électriques.

#### IV. METHODE UTILISEE POUR LA DETERMINATION DE L'ACCEPTANCE

Tout au long de la lère longueur d'onde bétatronique, les plans de phase Y et Z sont soumis à une rotation dont la valeur est  $2\pi$  en section droite 42 par rapport au point d'injection, si la valeur du Q est exactement de 6,25 (Q = nombre d'oscillations bétatroniques par tour). Le faisceau mesuré en section 42 se retrouve donc dans les mêmes conditions qu'en 26 aux pertes et aux déformations dues aux aberrations du système de guidage et de focalisation prêt. Il s'agit pour les plans de phase Y et Z de déterminer, et ce en fonction du champ magnétique à l'injection, quelles conditions en position et en angle doivent posséder les particules pour être acceptées par ce premier  $\lambda$  ( $\lambda$  = longueur d'onde) et arriver en section 42. Nous avons exploré le plan de phase en décalant le faisceau Linac suivant les quatre directions et en prenant une photo pour chaque position ou angle. Pratiquement, nous envoyons quatre impulsions sur la même émulsion (+ Y ou Z ; - Y ou Z ; + Y' ou Z' ; - Y' ou Z'). Lors de l'analyse des photos il ne suffisait plus que de tracer la courbe circonscrite aux images obtenues pour avoir une limite valable de l'acceptance de la lère longueur d'onde bétatronique.

### 1. Plan de phase Y

Nous avons le 1er et le 2e aimant de déflexion pour faire varier la position du faisceau en section 26 ; auparavant nous avons déterminé la sensibilité de ces éléments pour connaître approximativement à quel décalage correspondait la perte de la moitié du faisceau en section 42. L'infecteur permanent nous a permis de faire varier l'angle d'injection.

### 2. Plan de phase Z

Nous avons utilisé les bobines de déflexion verticale 43 et 44 pour faire varier la position tandis que la bobine 44 qui se trouve au point d'injection nous permettait de faire varier l'angle d'injection vertical.

La figure 5 montre la disposition des différents éléments utilisés pour ces mesures.

Pour la bonne compréhension des résultats nous rappelons que le champ magnétique à l'injection est déterminé à partir d'une mesure au moment où le champ magnétique atteint environ 140 G, auquel on ajoute un champ proportionnel à un retard variable (timing d'injection). Il est difficile à l'heure actuelle de connaître la valeur exacte du champ d'injection, par contre nous savons que la montée de ce dernier est de 14 000 G par seconde donc nous pouvons déduire l'écart par rapport au champ optimum en fonction de la différence du "timing d'injection".

Nous avons fait les mesures pour  $T_{inj} = 71 \mu s$  (faisceau optimum), pour  $T_{inj} = 146 \mu s$  et  $T_{inj} = 29 \mu s$ . Si nous prenons  $T_{inj} = 71 \mu s$  comme champ de référence, nous avons fait les mesures pour :

- a)  $B = B_0$  (champ magnétique de référence)
- b)  $B = B_0 + 1,05 \text{ Gauss}$
- c)  $B = B_0 - 0,59 \text{ Gauss}$

V. PROGRAMME DES MESURES

---

Nous avons fait 24 photos numérotées de 1 à 24.

P 1	Emittance Y	}	$T_{inj} : 71 \mu s$
P 2	Emittance Z		
P 3	Acceptance Y		
P 4	Emittance Z correspondant à l'acceptance Y		
P 5	Acceptance Z		
P 6	Emittance Y correspondant à l'acceptance Z		
P 7	Emittance Y	}	$T_{inj} : 146 \mu s$
P 8	Emittance Z		
P 9	Acceptance Y		
P 10	Emittance Z correspondant à l'acceptance Y		
P 11	Acceptance Z		
P 12	Emittance Y correspondant à l'acceptance Z		
P 13	Emittance Y	}	$T_{inj} : 29 \mu s$
P 14	Emittance Z		
P 15	Acceptance Y		
P 16	Emittance Z correspondant à l'acceptance Y		
P 17	Acceptance Z		
P 18	Emittance Y correspondant à l'acceptance Z		
P 19	Emittance Y	}	$T_{inj} : 71 \mu s$
P 20	Emittance Z		
P 21	Emittance Z d'un "Pencil Beam" dans le plan Z		
P 22	Emittance Y d'un "Pencil Beam" dans le plan Z		
P 23	Emittance Y d'un "Pencil Beam" dans le plan Y		
P 24	Emittance Z d'un "Pencil Beam" dans le plan Y		

VI. RESULTATS

1. Première Série - Photos 1 à 6

Photo 1 (Emittance Y)

Le faisceau est réglé pour l'accélération maximum.

Timing injection : 71  $\mu$ s

Inflecteur permanent : 110 kV

Inflecteur 27 : 69 kV

Inflecteur 28 : 58 kV

BD 43 : + 18 mA

BD 44 : - 40 mA

Résultat de la mesure

Surface de la courbe : 128,5 mm mRad

Diamètre maximum : env. 60 mm

a : env. 20 mm  $\frac{a}{b} = 10$  mm/mRad

b : env. 2 mRad

c : 25 mm  $\frac{c}{b} = 12,5$  mm/mRad

Emittance : 41 mm mRad

Angle : env.  $\pm$  2 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 20 mm

Photo 2 (Emittance Z)

Le faisceau est réglé dans les mêmes conditions que pour la photo 1.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 81 mm mRad

Diamètre maximum : 37 mm

a : 17,5 mm  $\frac{a}{b} = 11$  mm/mRad

b : 1,6 mRad

c : 7,5 mm  $\frac{c}{b} = 4,7$  mm/mRad

Emittance : 25,8 mm mRad

Angle :  $\pm$  1,7 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 7,5 mm

Il est presque certain que la partie à faible densité qui devrait se trouver sur la partie des diamètres positifs a été perdue avant la section 42.

Photo 3 (Acceptance plan Y)

Le timing d'injection est optimum. Les réglages pour le plan Z sont à l'optimum. On fait 4 impulsions sur la même photo.

- a)  $Y = + 20 \text{ mm}$                       c)  $Y' = +$  (information non recueillie)  
b)  $Y = - 20 \text{ mm}$                       d)  $Y' = - 2,7 \text{ mRad}$  ; I en 42 = 25 mA

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 306 mm mRad

Diamètre maximum : env. 62 mm

Angle :  $\pm 4 \text{ mRad}$

$$\begin{array}{ll} a = 25,5 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 6,4 \text{ mm/mRad} \\ b = 4 \text{ mRad} & \\ c = 20 \text{ mm} & \frac{c}{b} = 5 \text{ mm/mRad} \end{array}$$

Acceptance : 97,5 mm mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 20 mm

Photo 4 (Emission plan Z correspondant à l'acceptance plan Y)

On prend 4 impulsions sur la même photo. Les 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance du plan Y et l'on observe quelle émittance cela donne dans le plan Z.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 94 mm mRad

Diamètre maximum : 43 mm

$$\begin{array}{ll} a = 19 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 11,5 \text{ mm/mRad} \\ b = 1,65 \text{ mRad} & \\ c = 6,5 \text{ mm} & \frac{c}{b} = 3,9 \text{ mm/mRad} \end{array}$$

Emission : 29,9 mm mRad

Angle :  $\pm 1,65 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 2,5 mm

Photo 5 (Acceptance plan Z)

Le timing de l'injection est optimum. Les réglages pour le plan Y sont optimum. On prend 4 impulsions sur la même photo.

- a)  $Z = + 12 \text{ mm}$                       c)  $Z' = + 1,3 \text{ mRad}$   
b)  $Z = - 34 \text{ mm}$                       d)  $Z' = - 0,9 \text{ mR}$

Ces valeurs correspondent à un courant de l'ordre de 25 nA en section 42.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 128 mm mRad

Diamètre maximum : 39,5 mm

$$\begin{aligned} a &= 19,5 \text{ mm} & \frac{a}{b} &= 9,3 \text{ mm/mRad} \\ b &= 2,1 \text{ mRad} & \frac{c}{b} &= 0 \\ c &= 0 \end{aligned}$$

Acceptance : 40,8 mm mRad

Angle :  $\pm 2,1 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 2 mm

Photo 6 (Emission plan Y correspondant à l'acceptance plan Z)

Les 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance du plan Z et l'on observe quelle émitte cela donne dans le plan Y.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 135 mm mRad

Diamètre maximum : 62 mm

$$\begin{aligned} a &= 20 \text{ mm} & \frac{a}{b} &= 8 \text{ mm/mRad} \\ b &= 2,48 \text{ mRad} & \frac{c}{b} &= 10,5 \text{ mm/mRad} \\ c &= 26 \text{ mm} \end{aligned}$$

Emission : 43 mm mRad

Angle :  $\pm 2,48 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 21 mm

2. Deuxième Série - Photos 7 à 12

Cette série est la répétition de la lère Série avec un timing d'injection de 146  $\mu$ s (timing normal : 71  $\mu$ s).

Photo 7 (Emittance Y)

Le faisceau est réglé pour l'accélérateur optimum avec le timing de 146  $\mu$ s.

Inflecteur permanent : 627,5 kV

Inflecteur pulsé 27 : 69 kV

Inflecteur pulsé 28 : 77 kV

BD 43 : + 26

BD 44 : - 32

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 129 mm mRad

Diamètre maximum : 64 mm

a = 12 mm

$$\frac{a}{b} = 8,65 \text{ mm/mRad}$$

b = 2,2 mRad

$$\frac{c}{b} = 11,4 \text{ mm/mRad}$$

c = 25 mm

Emittance : 41,2 mm mRad

Angle :  $\pm$  2,4 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 8 mm

Photo 8 (Emittance Z)

Même réglage que pour la photo 7.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 78 mm mRad

Diamètre maximum : 36 mm

a = 16 mm

$$\frac{a}{b} = 10,7 \text{ mm/mRad}$$

b = 1,5 mRad

$$\frac{c}{b} = 5,34 \text{ mm/mRad}$$

c = 8 mm

Emittance : 25 mm mRad

Angle :  $\pm$  1,5 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 6,5 mm

Photo 9 (Acceptance plan Y)

Les réglages pour le plan Z sont à l'optimum. On fait 4 impulsions sur la même photo.

- a)  $Y = + 16 \text{ mm}$                       c)  $Y' = + 3,75 \text{ nRad}$   
b)  $Y = - 14 \text{ mm}$                       d)  $Y' = - 3,3 \text{ nRad}$

Intensité : 25 nA en 42.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 316,2 mm nRad

Diamètre maximum : 66 mm

$$\begin{array}{ll} a = 28 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 7,67 \text{ mm/nRad} \\ b = 3,65 \text{ nRad} & \\ c = 20 \text{ mm} & \frac{c}{b} = 5,48 \text{ mm/nRad} \end{array}$$

Acceptance : 100,7 mm nRad

Angle :  $\pm 3,65 \text{ nRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 10 mm

Photo 10 (Emission plan Z correspondant à l'acceptance plan Y)

On prend 4 photos sur la même émulsion. Ces 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance du plan Y et l'on observe quelle émission cela donne dans le plan Z.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 94 mm nRad

Diamètre maximum : 38 mm

$$\begin{array}{ll} a = 18,5 & \frac{a}{b} = 10,6 \text{ mm/nRad} \\ b = 1,75 \text{ nRad} & \\ c = 5 \text{ mm} & \frac{c}{b} = 2,86 \text{ mm/nRad} \end{array}$$

Emission : 29,9 mm nRad

Angle :  $\pm 1,75 \text{ nRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 4 mm

Photo 11 (Acceptance plan Z)

Les réglages pour le plan Y sont optimum. On prend 4 impulsions sur la même photo.

a)  $Z = + 7,2 \text{ mm}$                       c)  $Z' = + 1,54 \text{ mRad}$

b)  $Z = - 25 \text{ mm}$                       d)  $Z' = - 1,58 \text{ mRad}$

I mA en section 42 = 25 mA

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 196 mm mRad

Diamètre maximum : 34 mm

$a = 17 \text{ mm}$

$\frac{a}{b} = 8,7 \text{ mm/mRad}$

$b = 1,95 \text{ mRad}$

$\frac{c}{b} = 0$

$c = 0$

Acceptance : 62,4 mm mRad

Angle :  $\pm 1,95 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 2,5 mm

Photo 12 (Emittance plan Y correspondant à l'acceptance plan Z)

Les 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance plan Z et l'on observe quelle émittance cela donne dans le plan Y.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 153,5 mm mRad

Diamètre maximum : 66 mm

$a = 19 \text{ mm}$

$\frac{a}{b} = 7,6 \text{ mm/mRad}$

$b = 2,5 \text{ mRad}$

$\frac{c}{b} = 10,8 \text{ mm/mRad}$

$c = 27 \text{ mm}$

Emittance : 48,9 mm mRad

Angle :  $\pm 2,5 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 7,5 mm

### 3. Troisième Série - Photos 13 à 18

Cette série est la répétition de la lère série avec un timing d'injection de 29  $\mu$ s (timing normal 71  $\mu$ s).

#### Photo 13 (Emittance Y)

Le faisceau est réglé pour l'accélération optimum avec le timing de 29  $\mu$ s.

Inflecteur permanent : 118 kV

Inflecteur pulsé 27 : 69 kV

Inflecteur pulsé 28 : 49 kV

BD 43 : + 12 mA

BD 44 : - 31 mA

#### Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 112 mm mRad

Diamètre maximum : 60 mm

a = 17 mm

$$\frac{a}{b} = 7,7 \text{ mm/mRad}$$

b = 2,2 mRad

$$\frac{c}{b} = 10 \text{ mm/mRad}$$

c = 22 mm

Emittance : 36 mm mRad

Angle :  $\pm$  2,2 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 25 mm

#### Photo 14 (Emittance Z)

Mêmes réglages que pour la photo 13.

#### Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 78,5 mm mRad

Diamètre maximum : 40 mm

a = 17,5 mm

$$\frac{a}{b} = 10,3 \text{ mm/mRad}$$

b = 1,75 mRad

$$\frac{c}{b} = 3,8 \text{ mm/mRad}$$

c = 6,5 mm

Emittance : 25 mm mRad

Angle :  $\pm$  1,75 mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 5 mm

Photo 15 (Acceptance plan Y)

Les réglages pour le plan Z sont à l'optimum. On fait 4 impulsions sur la même photo.

- a)  $Y = + 10 \text{ mm}$                       c)  $Y' = + 3,12 \text{ mRad}$   
b)  $Y = - 15 \text{ mm}$                       d)  $Y' = - 1,25 \text{ mRad}$

Intensité : 25 mA en section 42

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 245,5 mm mRad

Diamètre maximum : 58 mm

$$\begin{array}{ll} a = 25 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 8,33 \text{ mm/mRad} \\ b = 3 \text{ mRad} & \\ c = 17,5 \text{ mm} & \frac{c}{b} = 5,83 \text{ mm/mRad} \end{array}$$

Emittance : 78,2 mm mRad

Angle :  $\pm 3 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 24 mm

Photo 16 (Emittance plan Z correspondant à l'acceptance plan Y)

On prend 4 photos sur la même émulsion. Les 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance du plan Y et l'on observe quelle émittance cela donne dans le plan Z.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 116,8 mm mRad

Diamètre maximum : 43 mm

$$\begin{array}{ll} a = 21 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 11,7 \text{ mm/mRad} \\ b = 1,8 \text{ mRad} & \\ c = 0 & \frac{c}{b} = 0 \end{array}$$

Emittance : 37,2 mm mRad

Angle :  $\pm 1,8 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 3 mm

Photo 17 (Acceptance plan Z)

Les réglages pour le plan Y sont optimum. On prend 4 impulsions sur la même photo.

- a)  $Z = + 12 \text{ mm}$                       c)  $Z' = + 1,1 \text{ mRad}$   
b)  $Z = - 28 \text{ mm}$                       d)  $Z' = - 0,88 \text{ mRad}$

Intensité : 25 mA en section 42

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 127,5 mm mRad

Diamètre maximum : 46 mm

$$\begin{array}{ll} a = 23 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 13,1 \text{ mm/mRad} \\ b = 1,75 \text{ mRad} & \frac{c}{b} = 0 \\ c = 0 & \end{array}$$

Acceptance : 40,6 mm mRad

Angle :  $\pm 1,75 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 2,5 mm

Photo 18 (Émittance plan Y correspondant à l'acceptance plan Z)

Les 4 impulsions sont les mêmes que pour l'acceptance plan Z et l'on observe quelle émittance cela donne dans le plan Y.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 138,8 mm mRad

Diamètre maximum : 56 mm

$$\begin{array}{ll} a = 21 \text{ mm} & \frac{a}{b} = 8,93 \text{ mm/mRad} \\ b = 2,35 \text{ mRad} & \frac{c}{b} = 8,08 \text{ mm/mRad} \\ c = 19 \text{ mm} & \end{array}$$

Émittance : 44,2 mm mRad

Angle :  $\pm 2,35 \text{ mRad}$

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 24 mm

4. Quatrième Série - Photos 19 à 24

Toute cette série est prise avec le faisceau réglé pour un spiralling optimum. La fréquence d'injection est de 71  $\mu$ s soit la valeur optimum.

Photo 19 (Emittance Y)

C'est la répétition de la photo 1 prise à 5 heures d'intervalle avec les mêmes réglages de la machine.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 145 mm mRad

Diamètre maximum : 65 mm

a = 15 mm

$$\frac{a}{b} = 5 \text{ mm/nRad}$$

b = 3 mRad

$$\frac{c}{b} = 9,2 \text{ mm/nRad}$$

c = 27,5 mm

Emittance : 46 mm nRad

Angle :  $\pm 3$  mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 30 mm

Photo 20 (Emittance plan Z)

C'est la répétition de la photo 2 prise à 5 heures d'intervalle.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 99 mm nRad

Diamètre maximum : 43 mm

a = 20 mm

$$\frac{a}{b} = 11,7 \text{ mm/nRad}$$

b = 1,7 nRad

$$\frac{c}{b} = 5,3 \text{ mm/nRad}$$

c = 9 mm

Emittance : 31,4 mm nRad

Angle :  $\pm 1,75$  nRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 6 mm

Photo 21

Il s'agit d'un pencil beam plan Z. On a réduit le plan de phase Z par réduction du diamètre et de l'angle jusqu'au moment où l'on obtenait en section 42 la moitié du faisceau soit environ 26 mA. Le pencil beam délimitait alors dans le plan de phase à la sortie du tank III un rectangle de 9 mm par 4,8 mRad soit une surface de phase de 43 mm mRad.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 44 mm mRad

Diamètre maximum : 35 mm

a = 17,5 mm

$$\frac{a}{b} = 19,5 \text{ mm/mRad}$$

b = 0,9 mRad

$$\frac{c}{b} = 0$$

c = 0

Émittance : 14 mm mRad

Angle :  $\pm 0.9$  mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 7,5 mm

Photo 22

Il s'agit de l'émittance du plan Y correspondant à un pencil beam dans le plan Z.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 127,5 mm mRad

Diamètre maximum : 57,5 mm

a = 16,5 mm

$$\frac{a}{b} = 6,1 \text{ mm/mRad}$$

b =  $\pm 2,7$  mRad

$$\frac{c}{b} = 9,07 \text{ mm/mRad}$$

c = 24,5 mm

Émittance : 40,6 mm mRad

Angle :  $\pm 2,7$  mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 16,5 mm

Photo 23

Il s'agit d'un pencil beam dans le plan Y. On a réduit le plan de phase Y par réduction du diamètre et de l'angle jusqu'au moment où l'on obtenait en section 42 la moitié du faisceau soit 26 nA. Le pencil beam délimitait dans le plan de phase Y à la sortie du tank III un rectangle de 5 mm par 2,81 mRad soit une surface de phase de 14 mm mRad.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe : 70,5 mm mRad

Diamètre maximum : 51 mm

a et c : difficiles à déterminer

b = 1,3 mRad

Émittance : 22,5 mm mRad

Angle :  $\pm 1,3$  mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 24 mm

Photo 24

Il s'agit de l'émittance du plan Z correspondant à un pencil beam dans le plan Y.

Résultats de la mesure

Surface de la courbe 96,2 mm mRad

Diamètre maximum : 41 mm

a = 18,5 mm

$$\frac{a}{b} = 9,73 \text{ mm/mRad}$$

b = 1,95 mRad

b

c = 10 mm

$$\frac{c}{b} = 5,26 \text{ mm/mRad}$$

Émittance : 30,6 mm mRad

Angle :  $\pm 1,95$  mRad

Déplacement par rapport au centre de la chambre : + 1 mm

<u>EMITTANCE Y</u>				
$T_{inj.}$	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec	71 $\mu$ sec
Emittance	41 mm mRad	41,2 mm mRad	36 mm mRad	46 mm mRad
Diamètre	65 mm	64 mm	60 mm	65 mm
Angle	$\pm 2$ mRad	$\pm 2,4$ mRad	$\pm 2,2$ mRad	$\pm 3$ mRad

<u>EMITTANCE Z</u>				
$T_{inj.}$	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec	71 $\mu$ sec
Emittance	25,8 mm mRad	25 mm mRad	25 mm mRad	31,4 mm mRad
Diamètre	37 mm	36 mm	40 mm	43 mm
Angle	$\pm 1,7$ mRad	$\pm 1,5$ mRad	$\pm 1,75$ mRad	$\pm 1,75$ mRad

<u>ACCEPTANCE Y</u>			
$T_{inj.}$	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec
Emittance	97,5 mm mRad	100,7 mm mRad	78,2 mm mRad
Diamètre	62 mm	66 mm	58 mm
Angle	$\pm 4$ mRad	$\pm 3,65$ mRad	$\pm 3$ mRad

<u>ACCEPTANCE Z</u>			
$T_{inj.}$	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec
Emittance	40,8 mm mRad	62,4 mm mRad	40,6 mm mRad
Diamètre	39,5 mm	34 mm	46 mm
Angle	$\pm 2,1$ mRad	$\pm 1,95$ mRad	$\pm 1,75$ mRad

<u>EMITTANCE PLAN Y, RELATIVE A L'ACCEPTANCE PLAN Z</u>			
T <sub>inj.</sub>	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec
Emittance	43 mm mRad	48,9 mm mRad	44,2 mm mRad
Diamètre	62 mm	66 mm	56 mm
Angle	$\pm 2,48$ mRad	$\pm 2,5$ mRad	$\pm 2,35$ mRad

<u>EMITTANCE PLAN Z, RELATIVE A L'ACCEPTANCE PLAN Y</u>			
T <sub>inj.</sub>	71 $\mu$ sec	146 $\mu$ sec	29 $\mu$ sec
Emittance	29,9 mm mRad	29,9 mm mRad	37,2 mm mRad
Diamètre	43 mm	38 mm	43 mm
Angle	$\pm 1,65$ mRad	$\pm 1,7$ mRad	$\pm 1,8$ mRad

Nous remercions H.G. Hereward qui nous a conseillés et encouragés pour mener à bien ces mesures, Y. Baconnier et Ph. Bernard pour leur aide efficace, ainsi que toutes les personnes qui ont prêté leur collaboration dans cette expérience.

J.J. Aebi  
A. van der Schueren  
P. Têtu

Distribution : (ouverte)

Personnel Scientifique et Technique MPS

Messieurs P. Lapostolle  
B. Montague

# IMAGES OBTENUES SUR L'ÉMULSION APRÈS PASSAGE DU FAISCEAU AU TRAVERS DES FENTES (Exemple sur plan y)

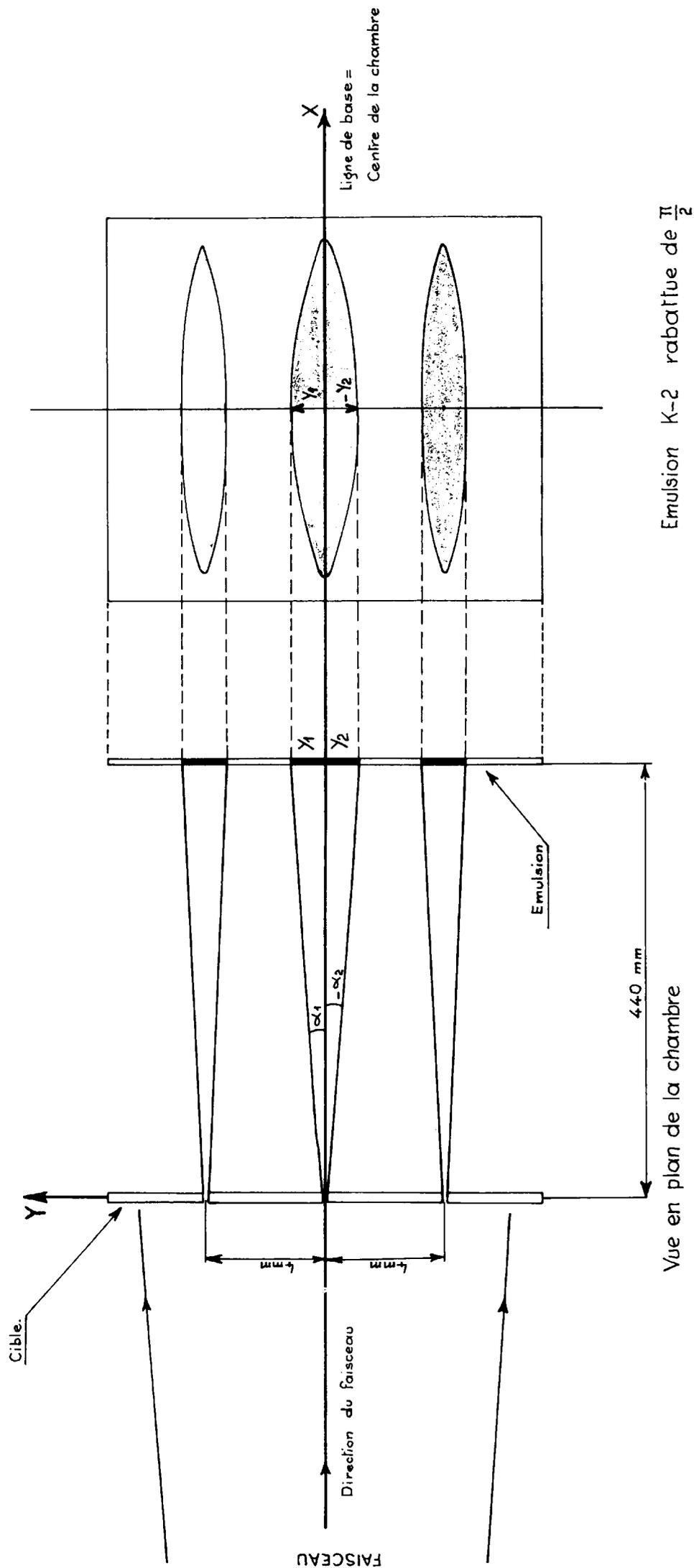
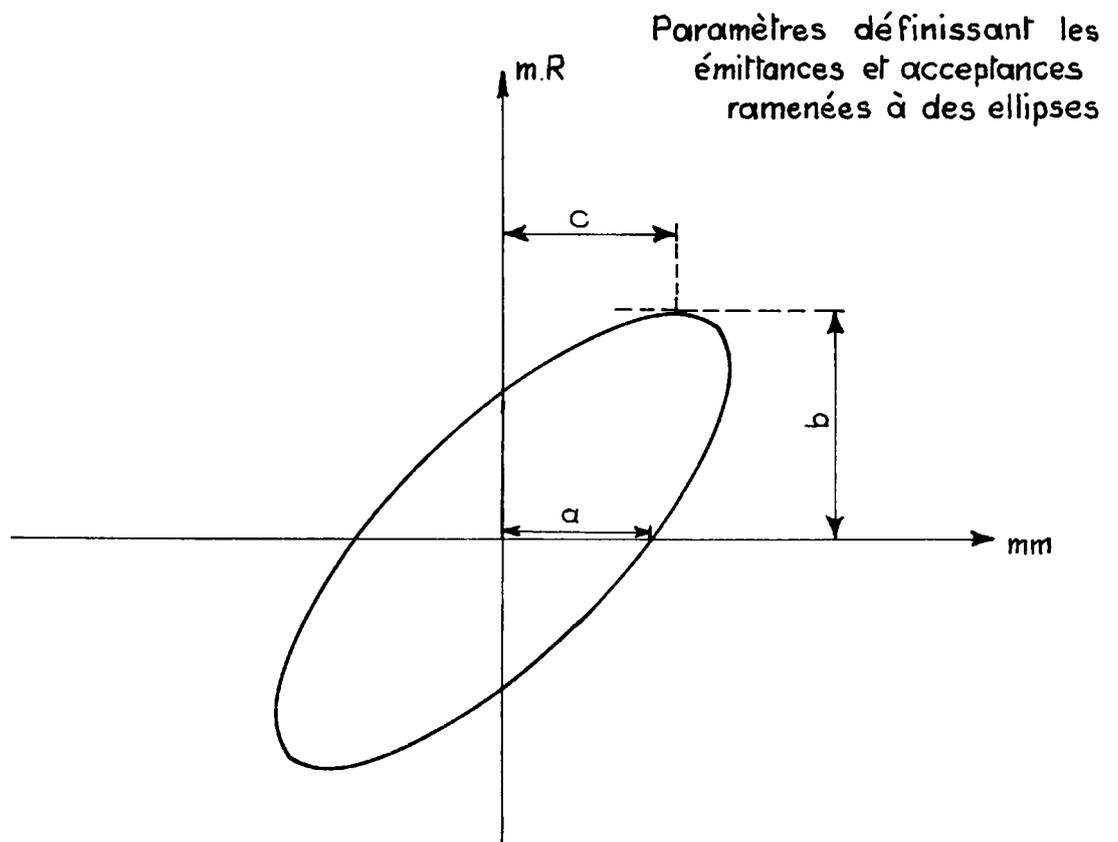


Fig 1



Définition des coordonnées

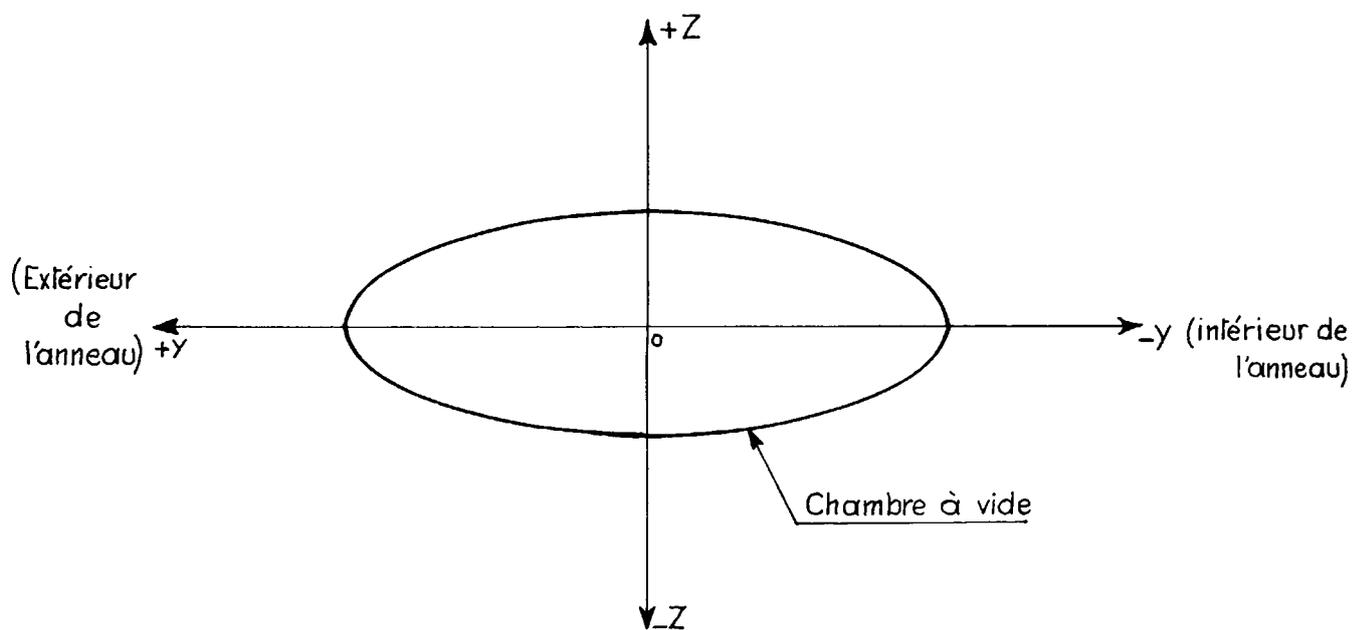


Fig. 2

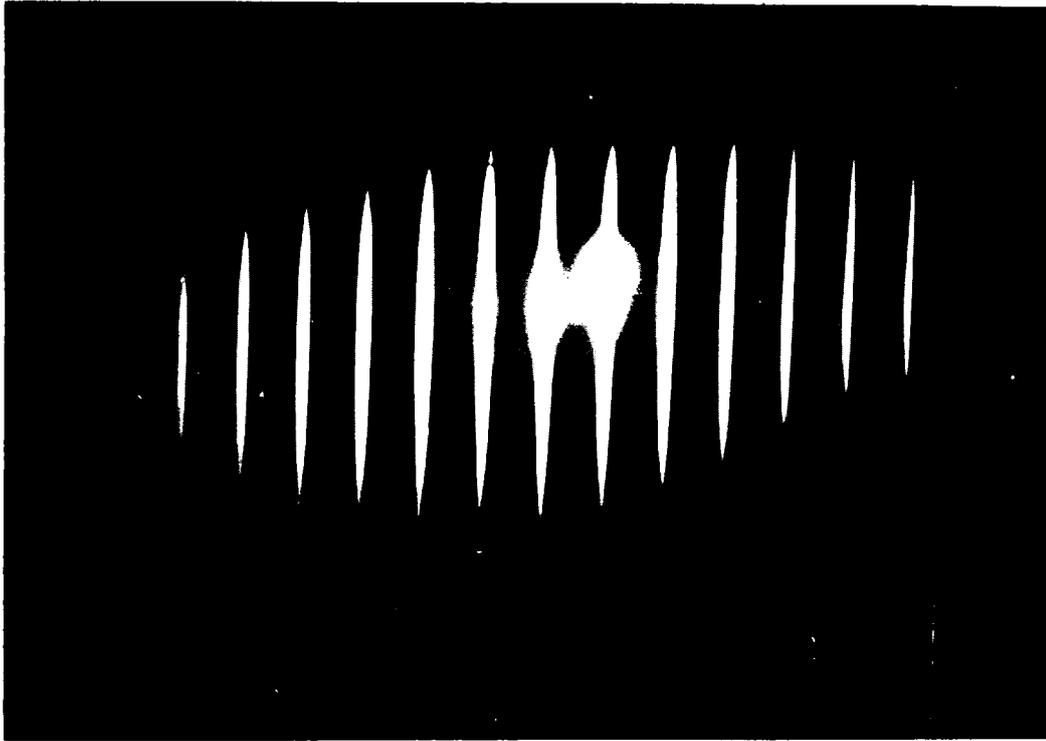


Fig. 3a

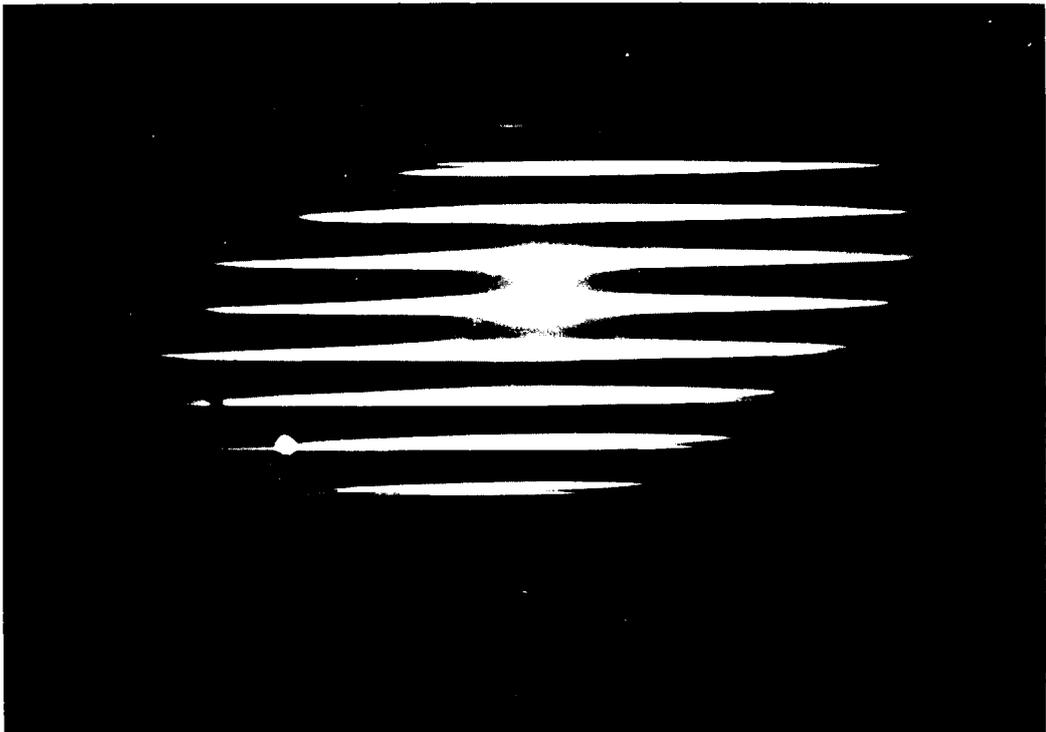


Fig. 3b

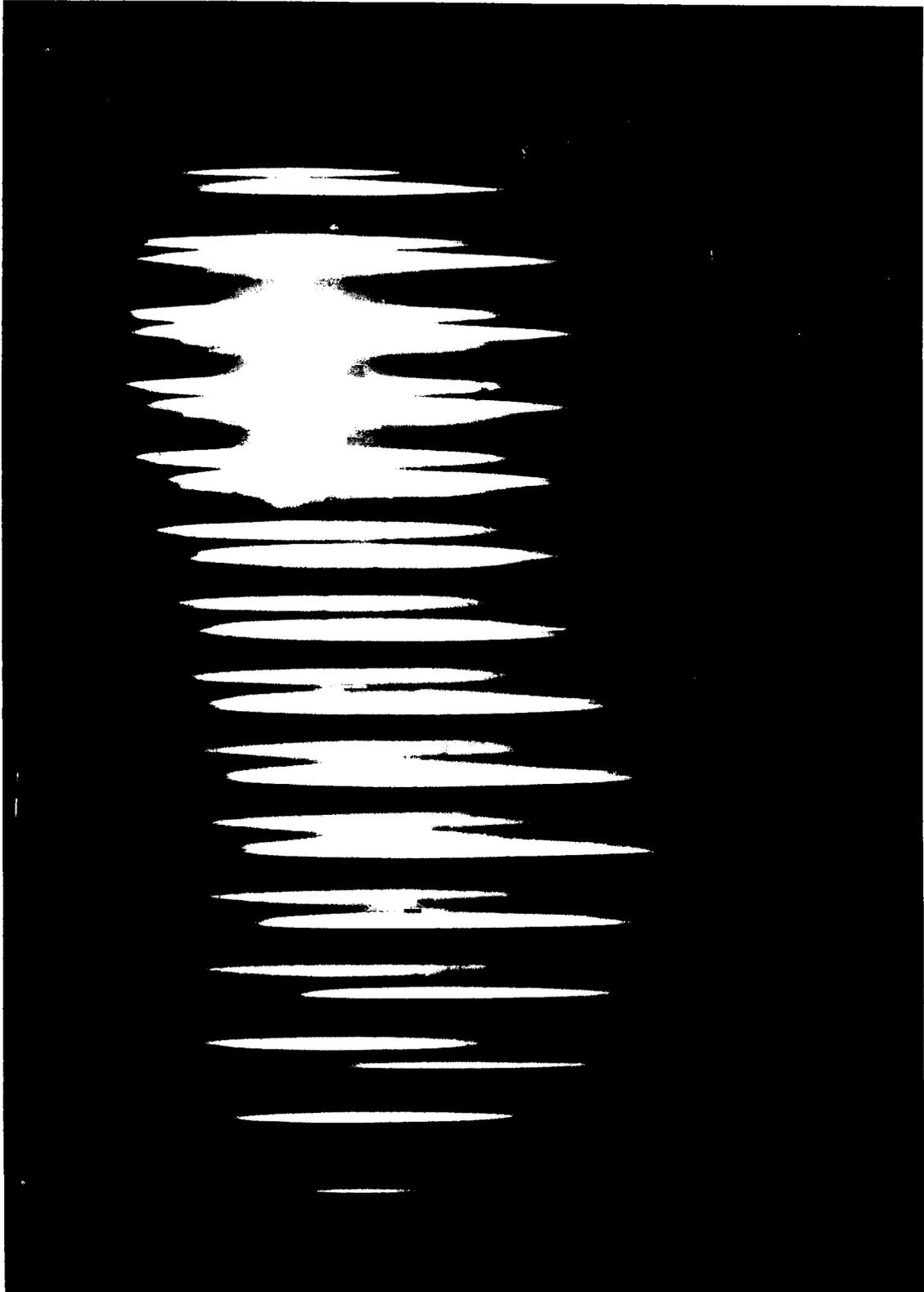


Fig. 3c

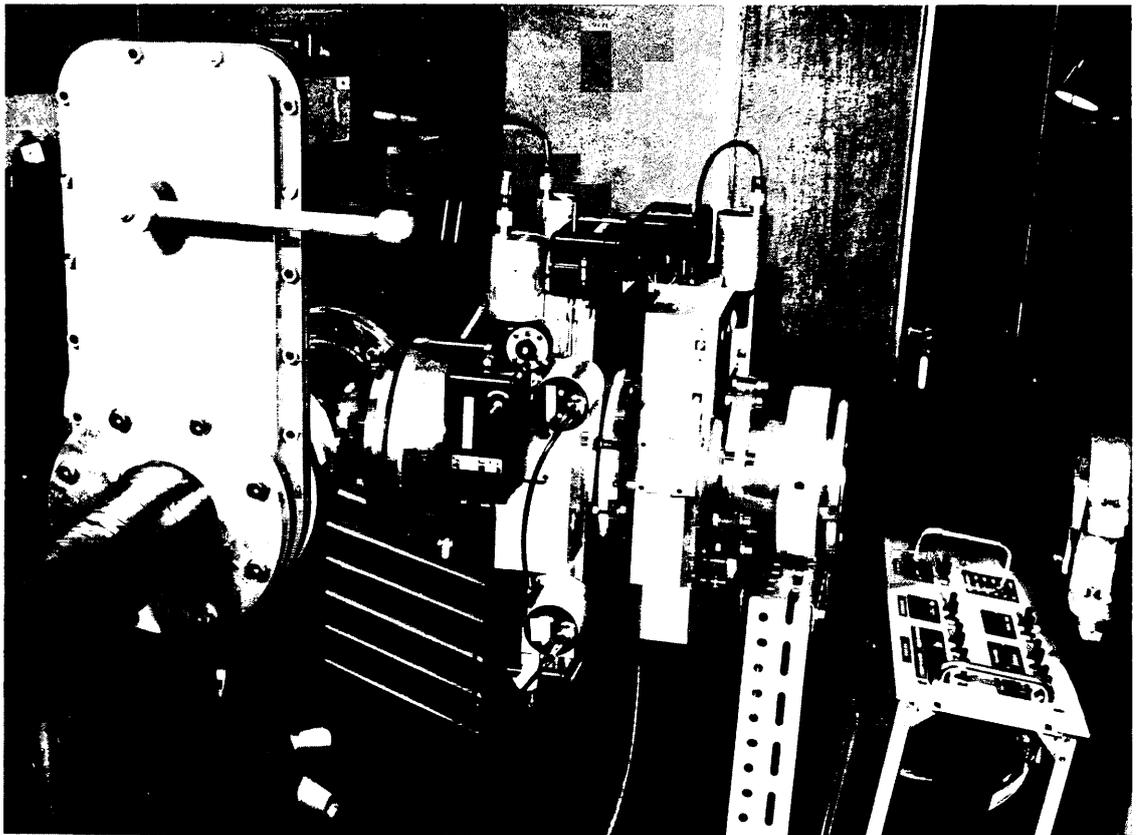
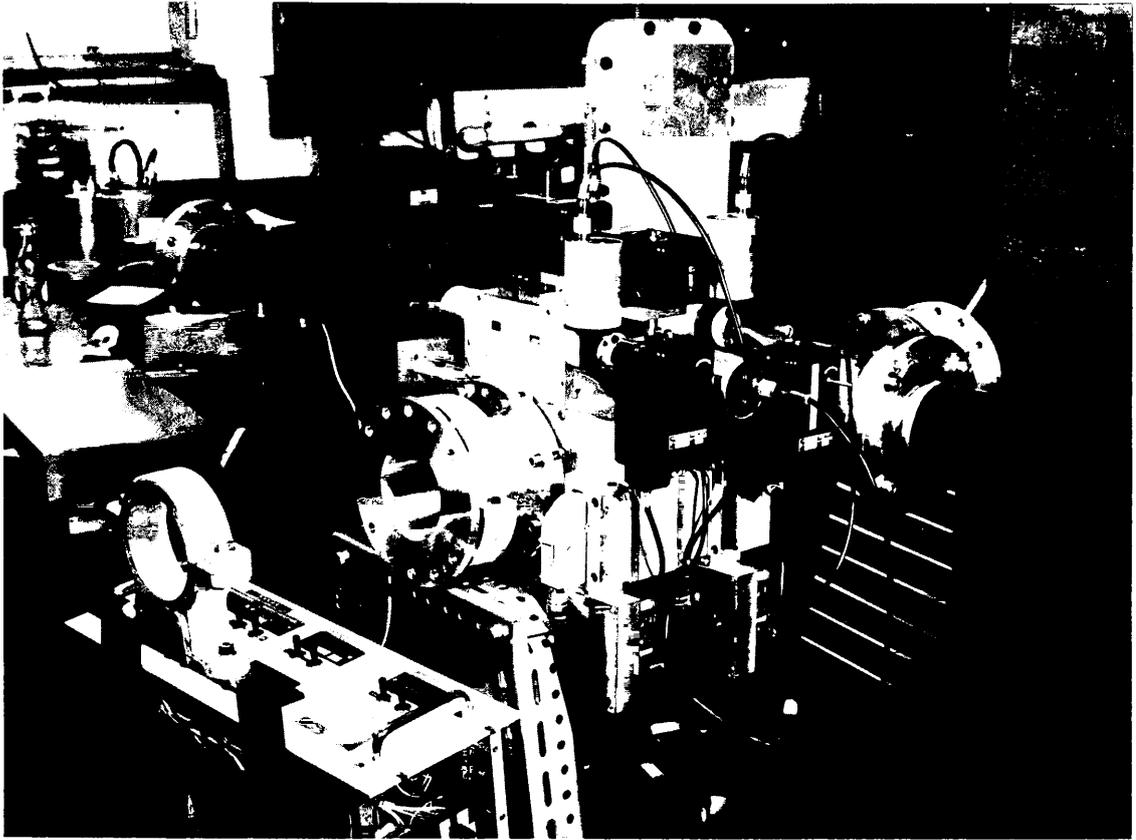
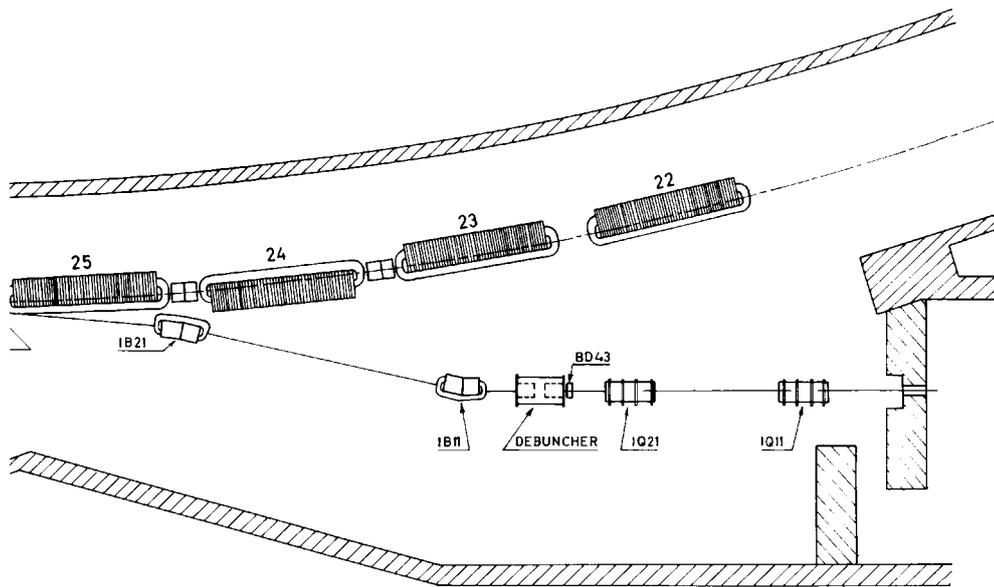
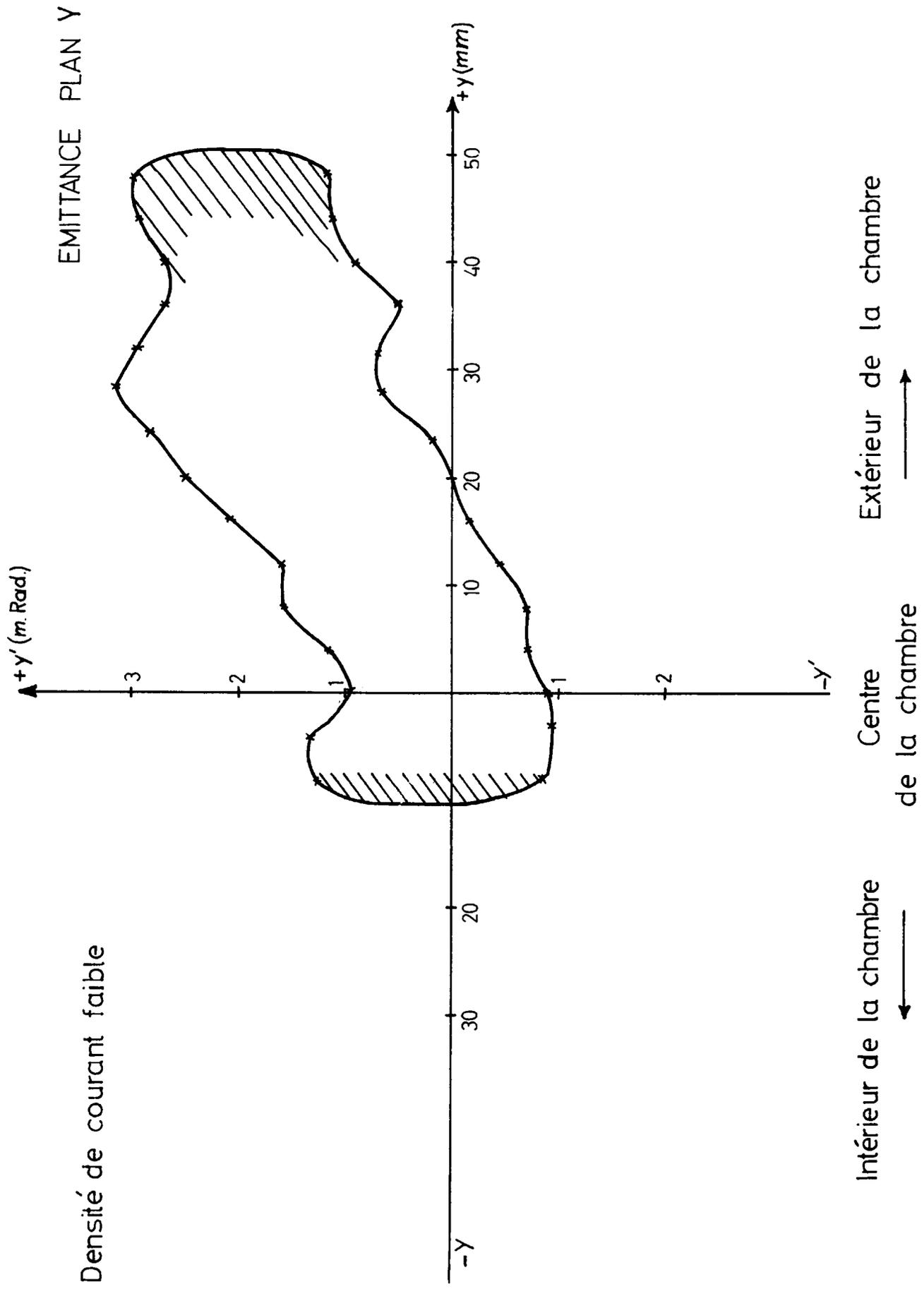


Fig. 4



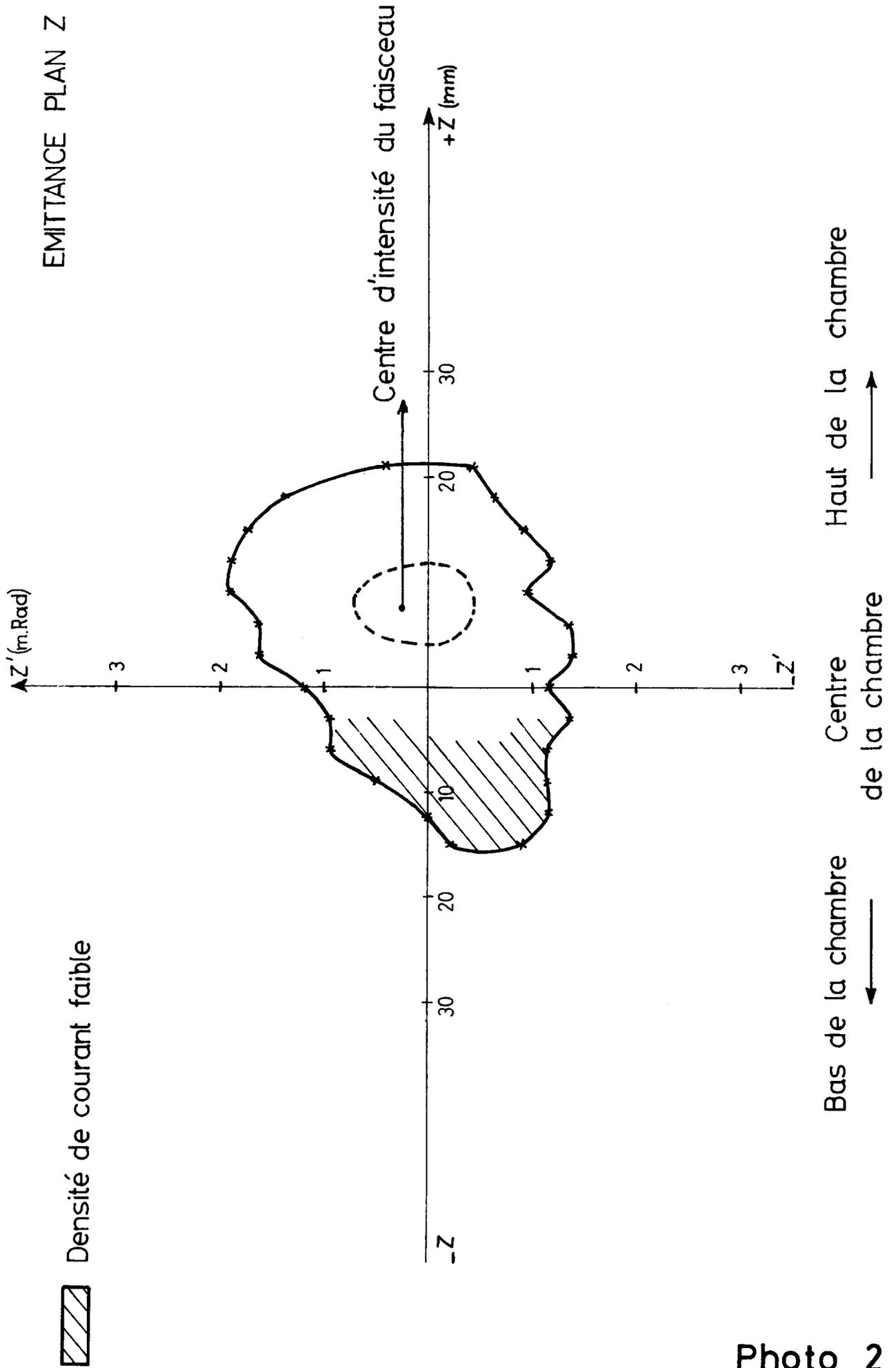
ZONE D'EXPÉRIMENTATION	CERN - MPS LINAC Fig. 5
---------------------------	-------------------------------



 Densité de courant faible

Photo 1

EMITTANCE PLAN Z



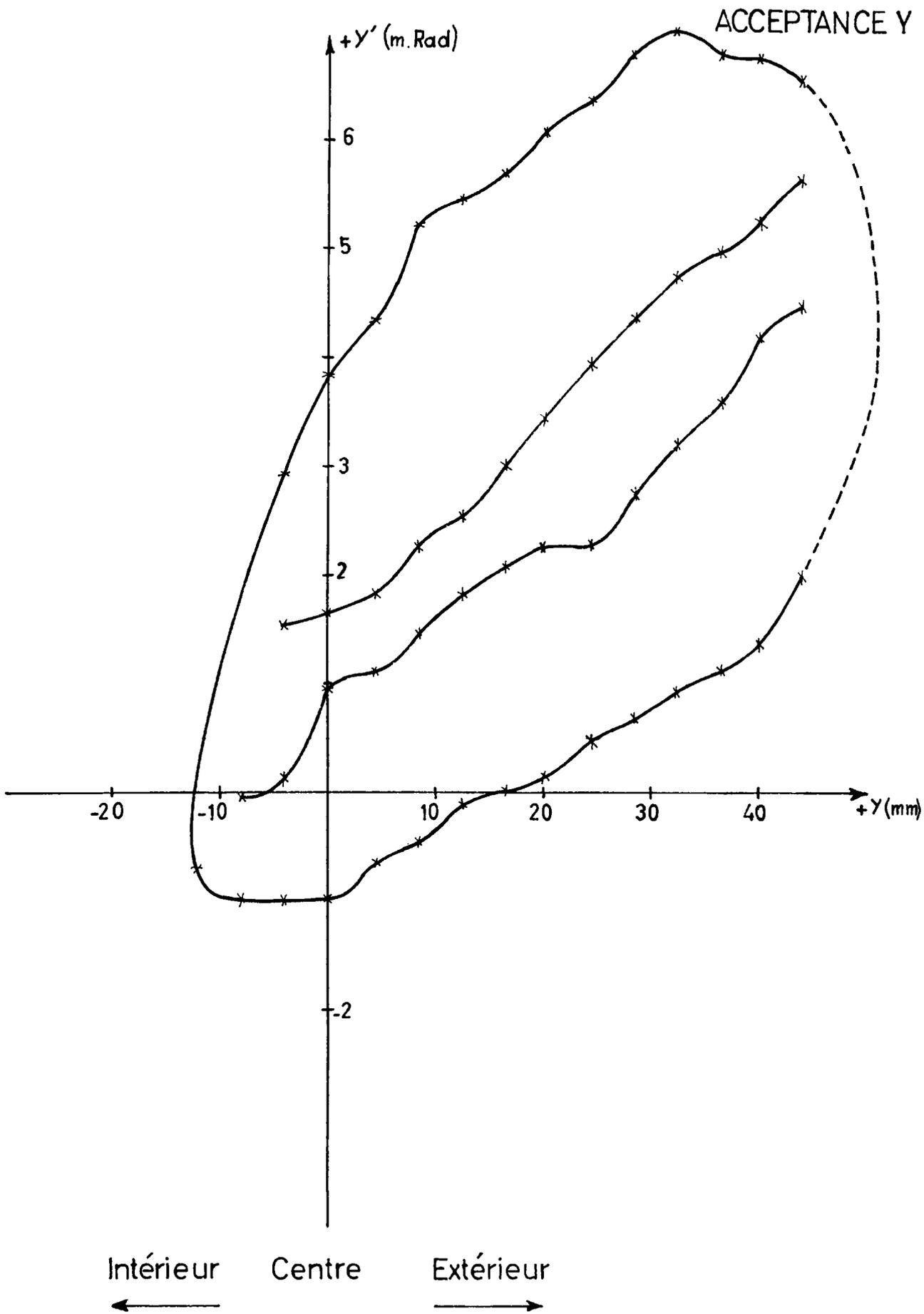


Photo 3

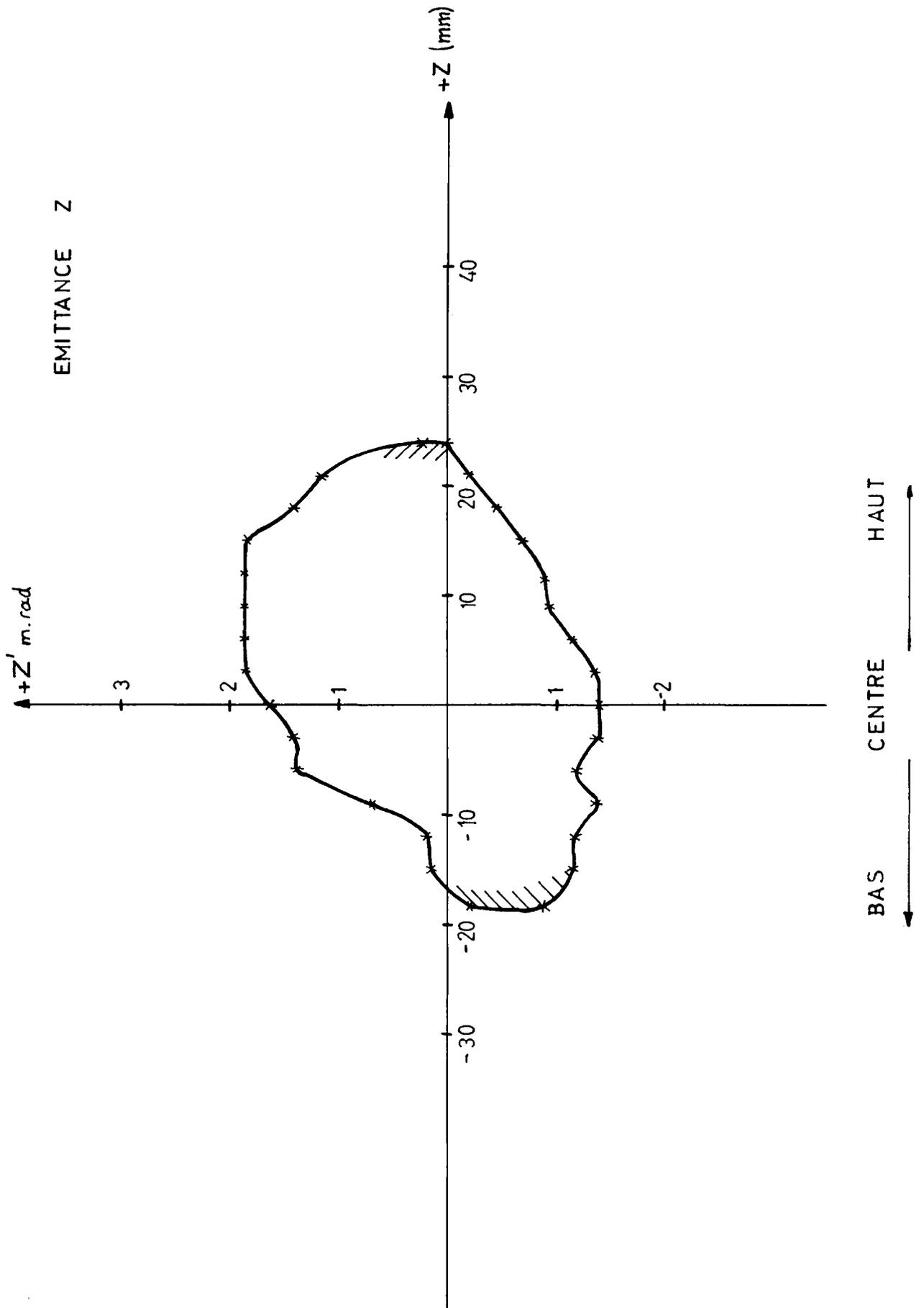
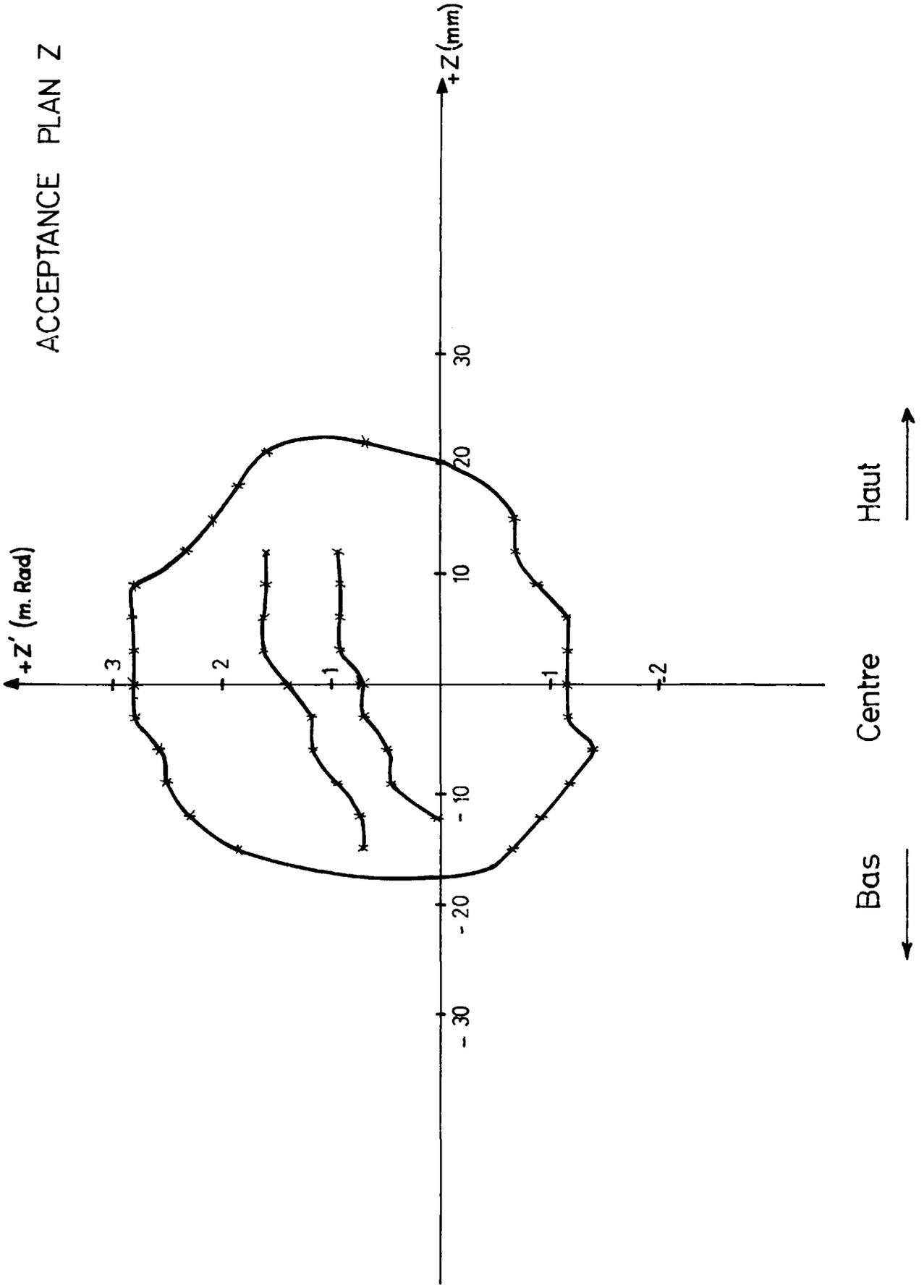


Photo 4



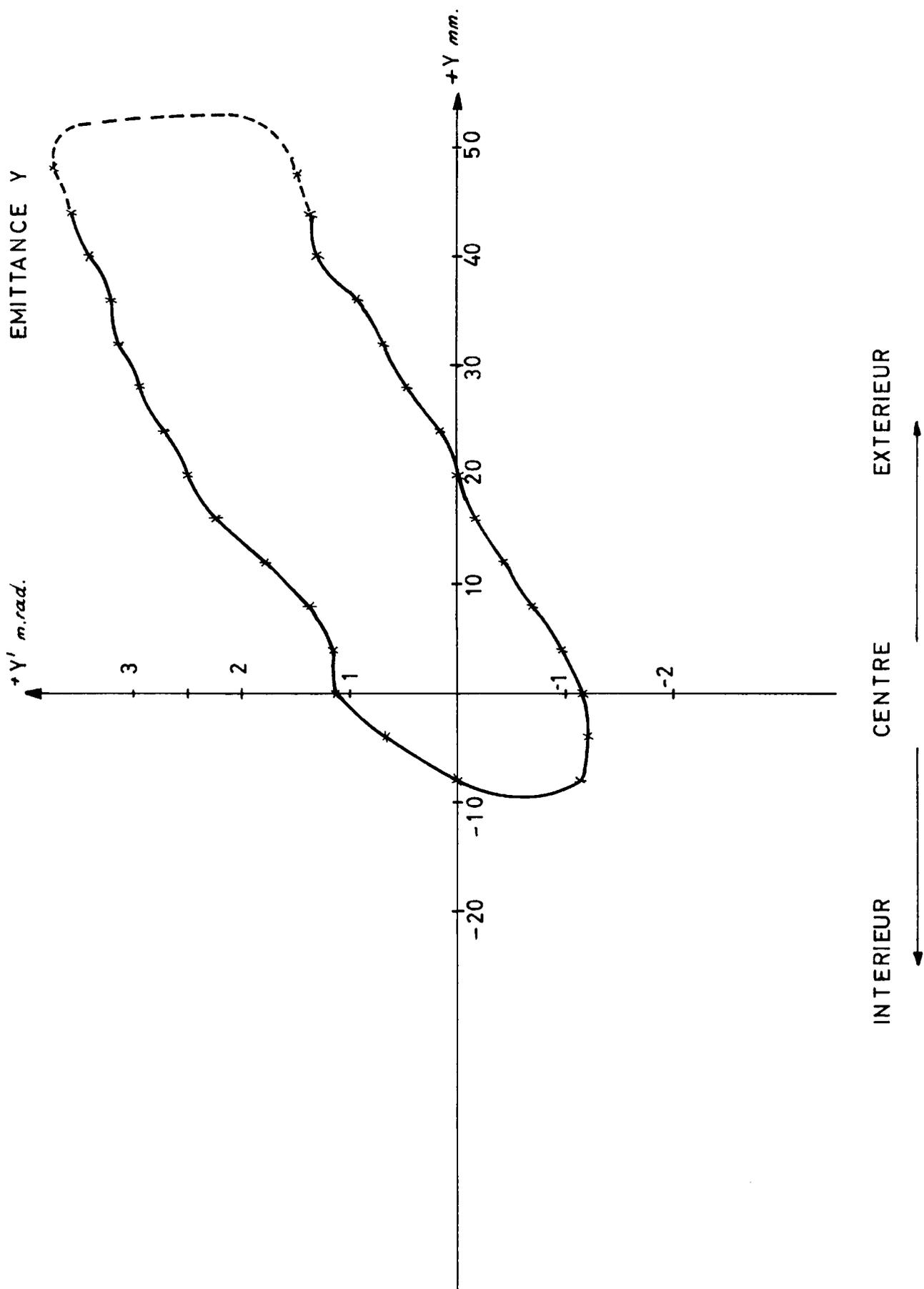


Photo 6

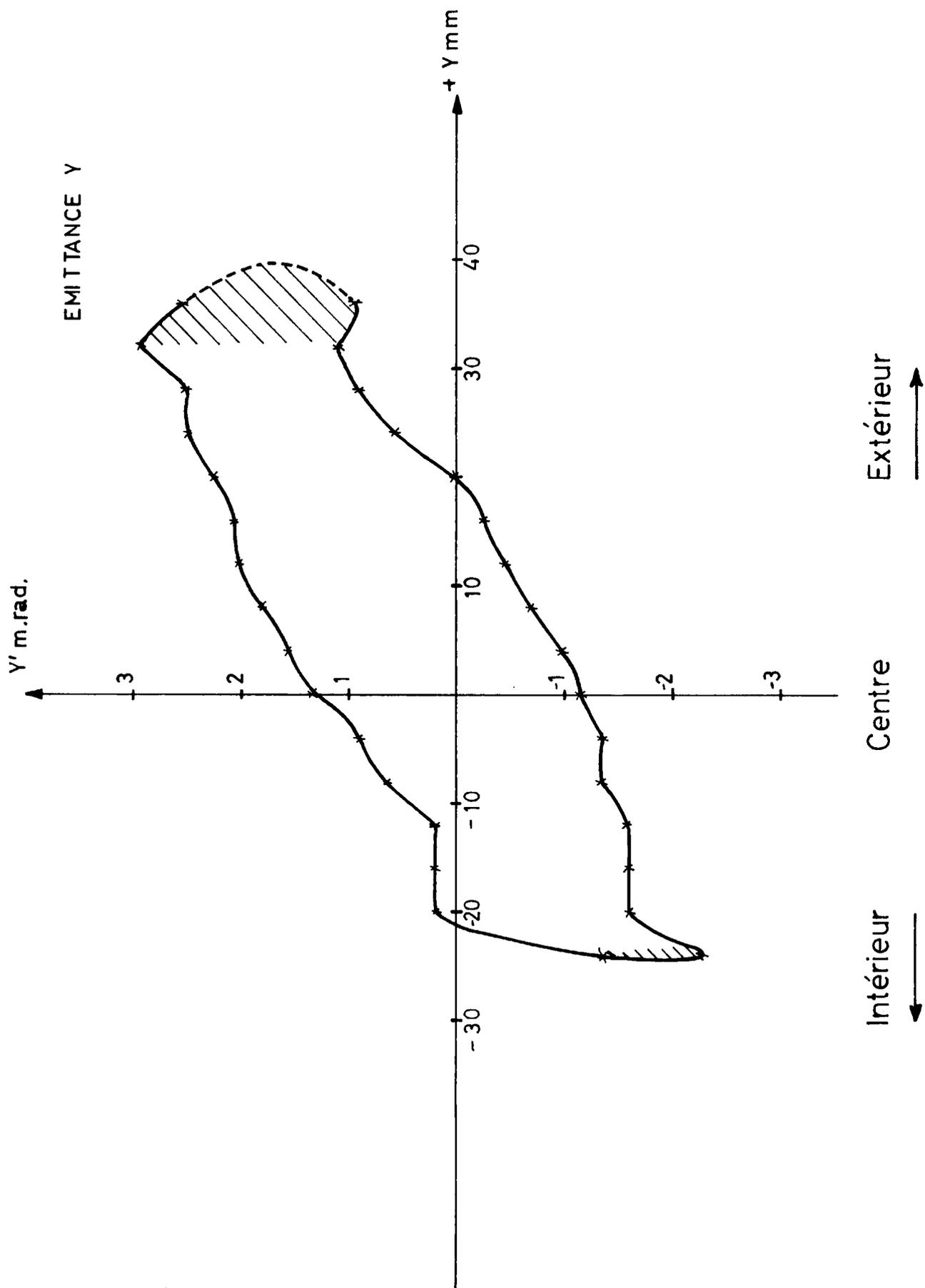


Photo 7

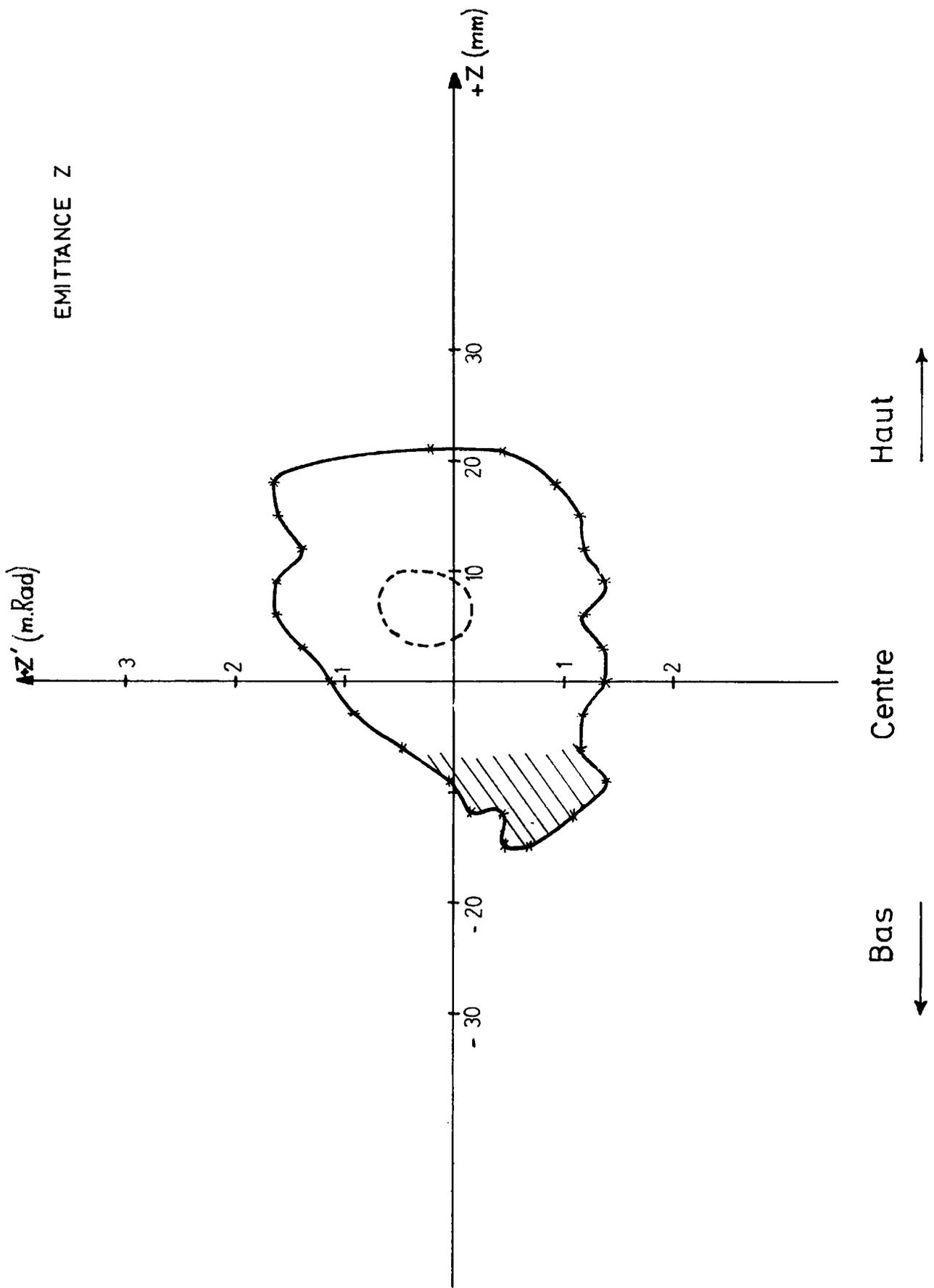
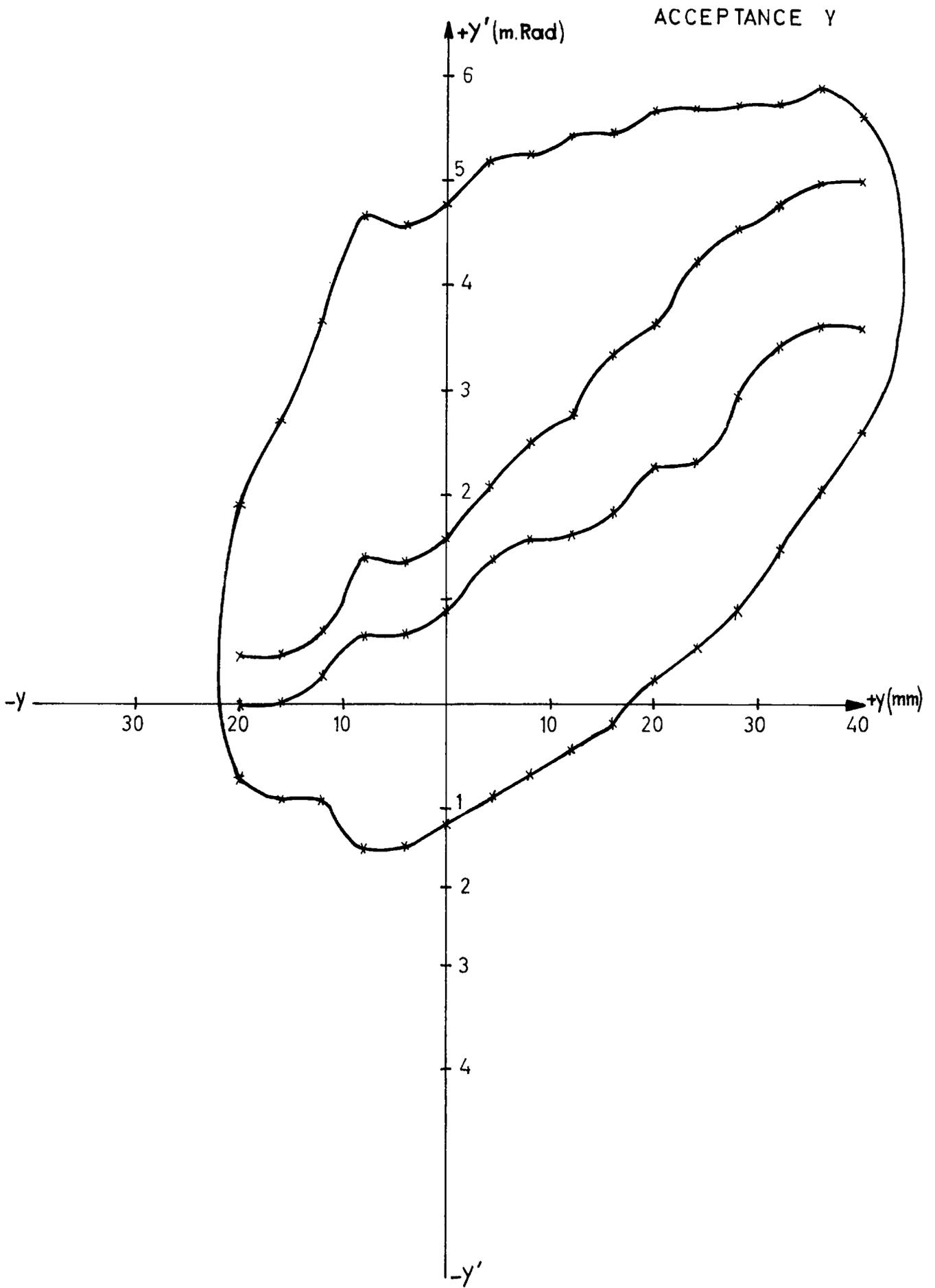


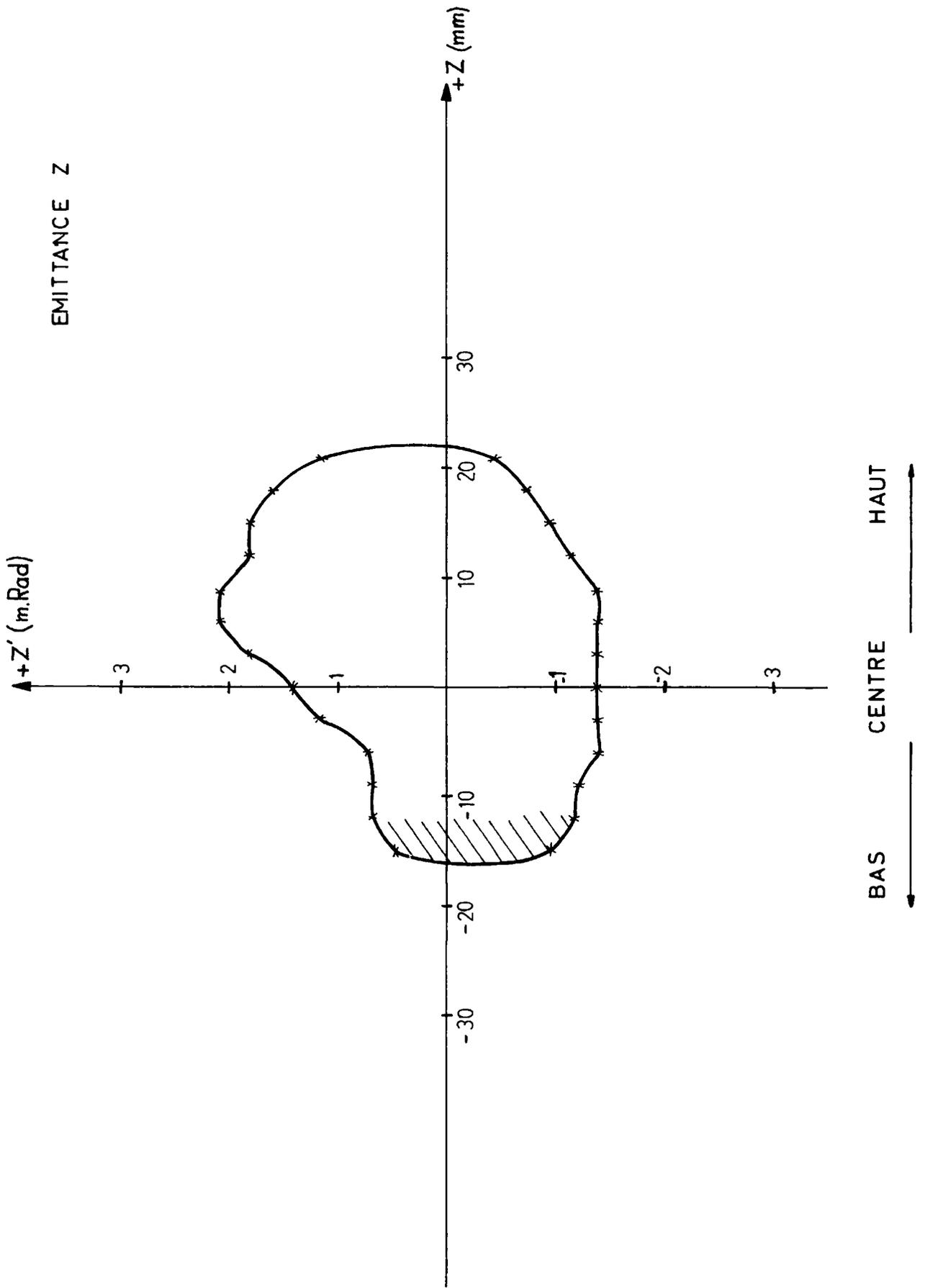
Photo 8

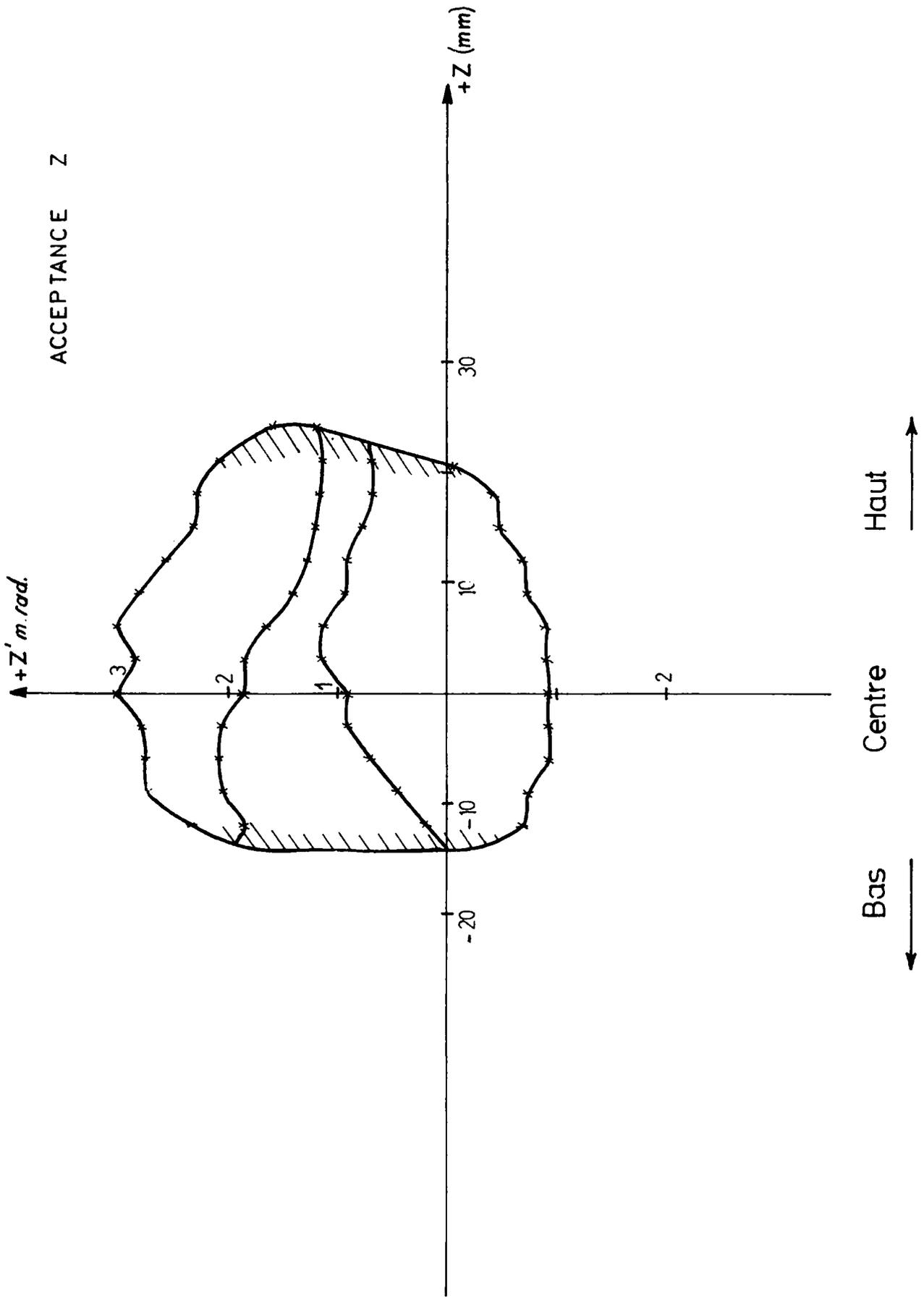


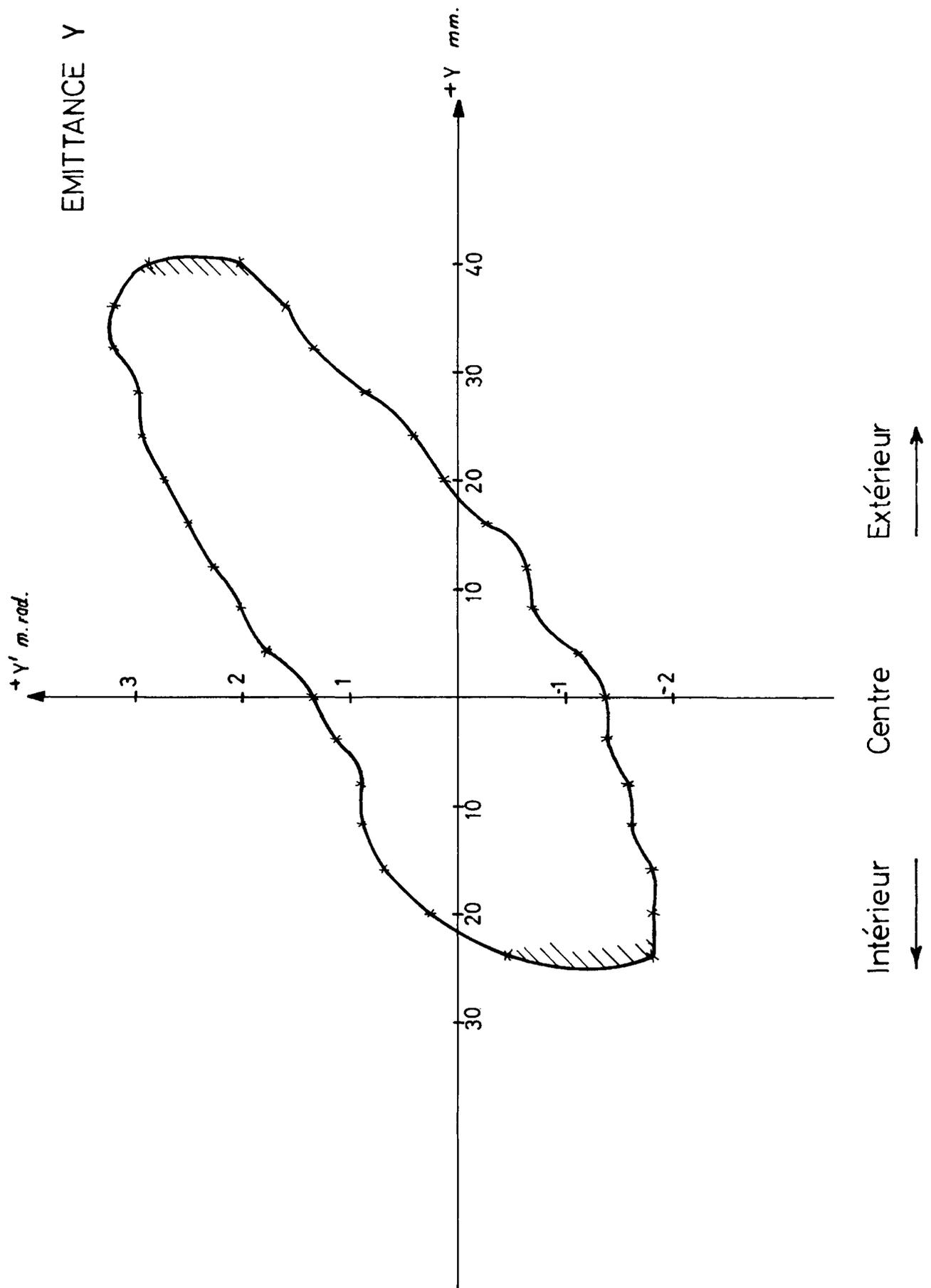
INTERIEUR

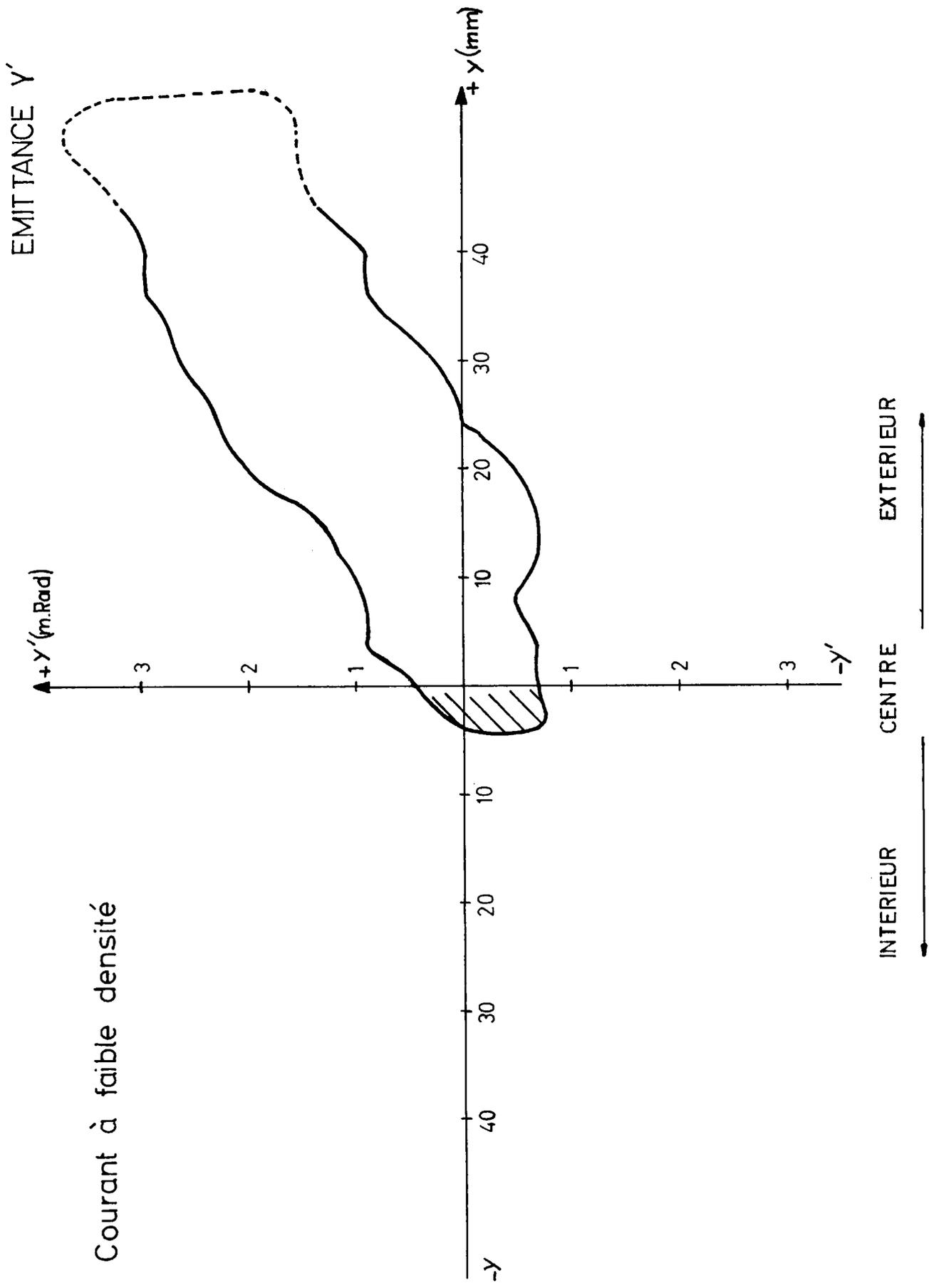
CENTRE

EXTERIEUR









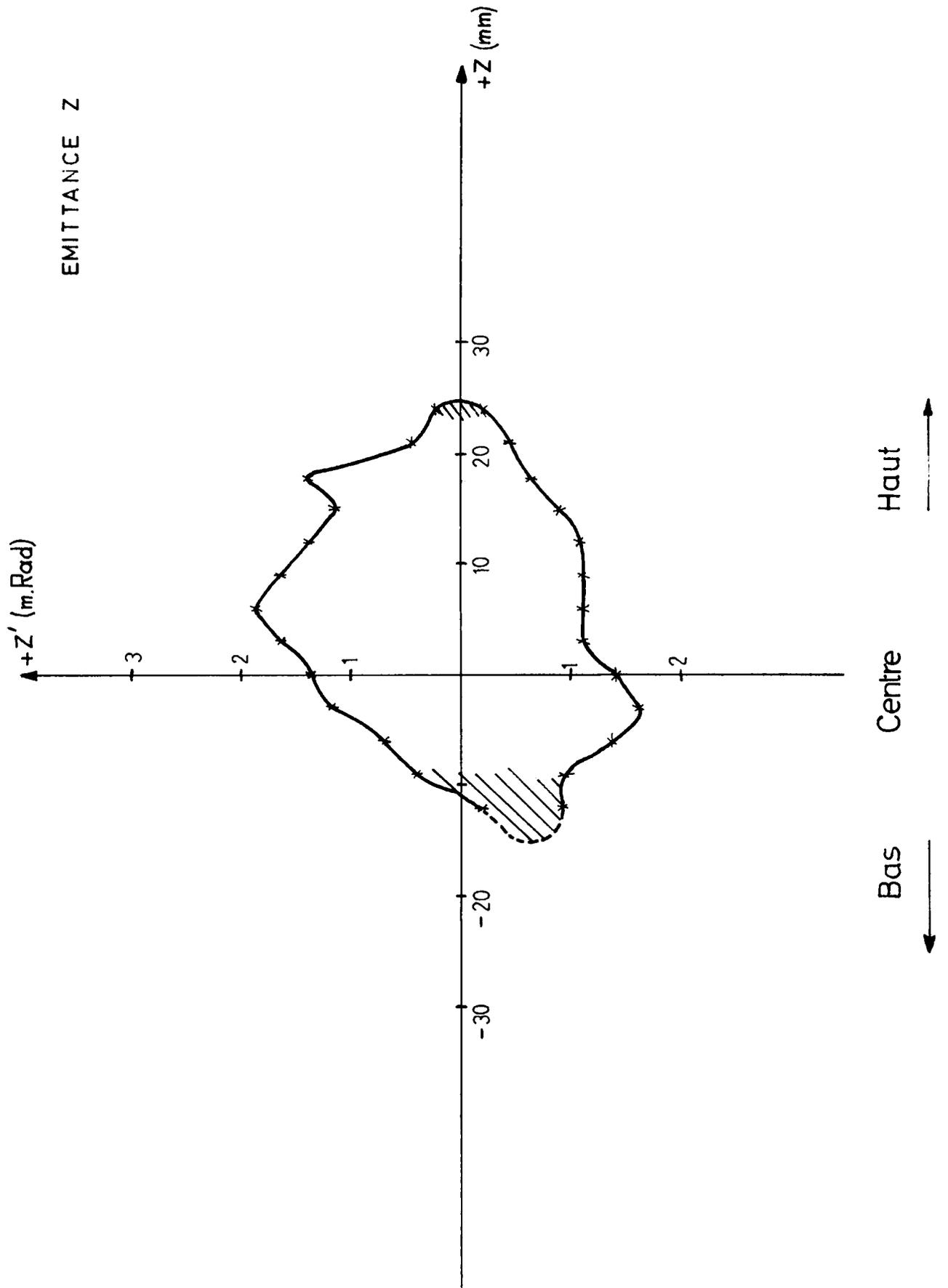
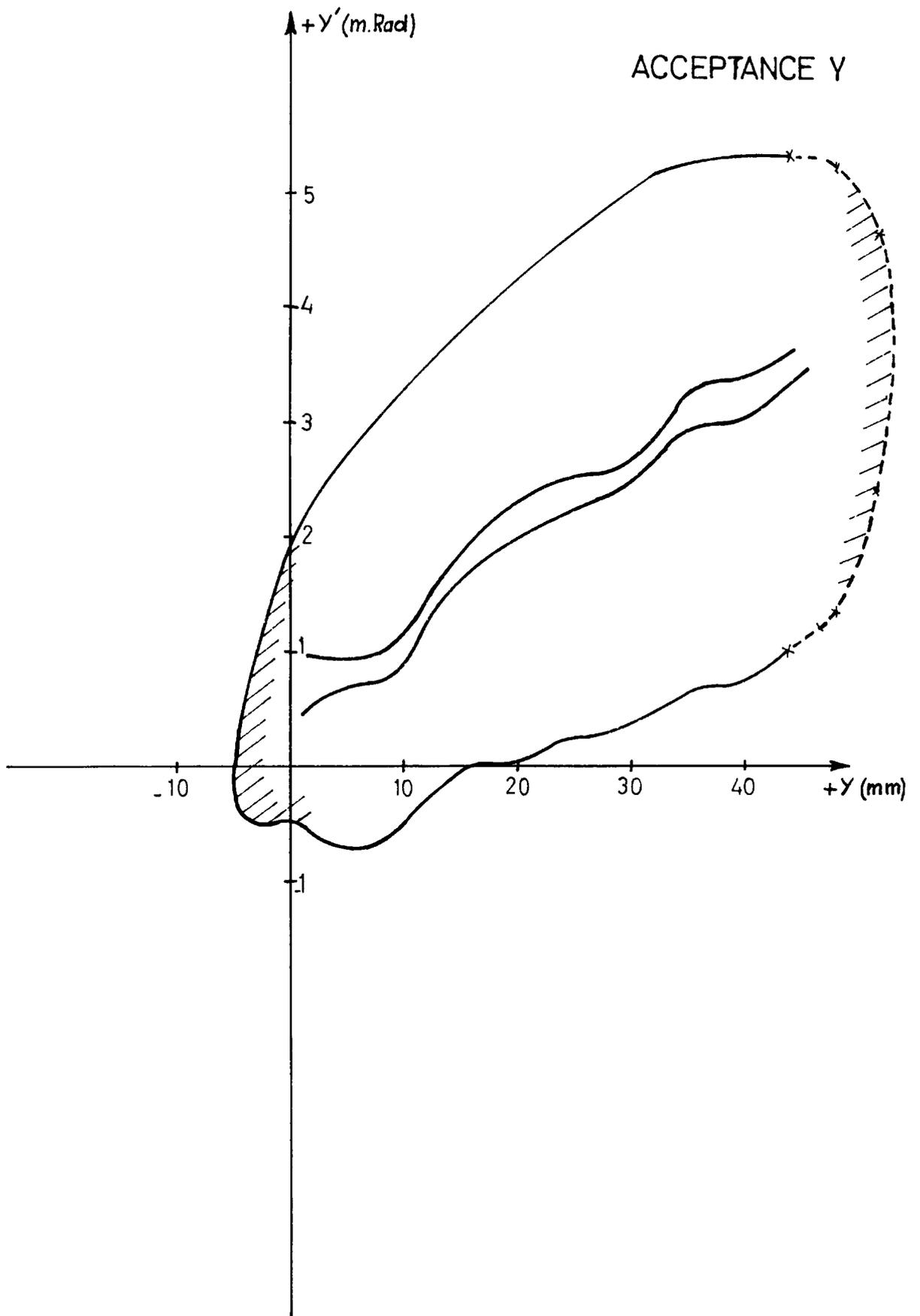
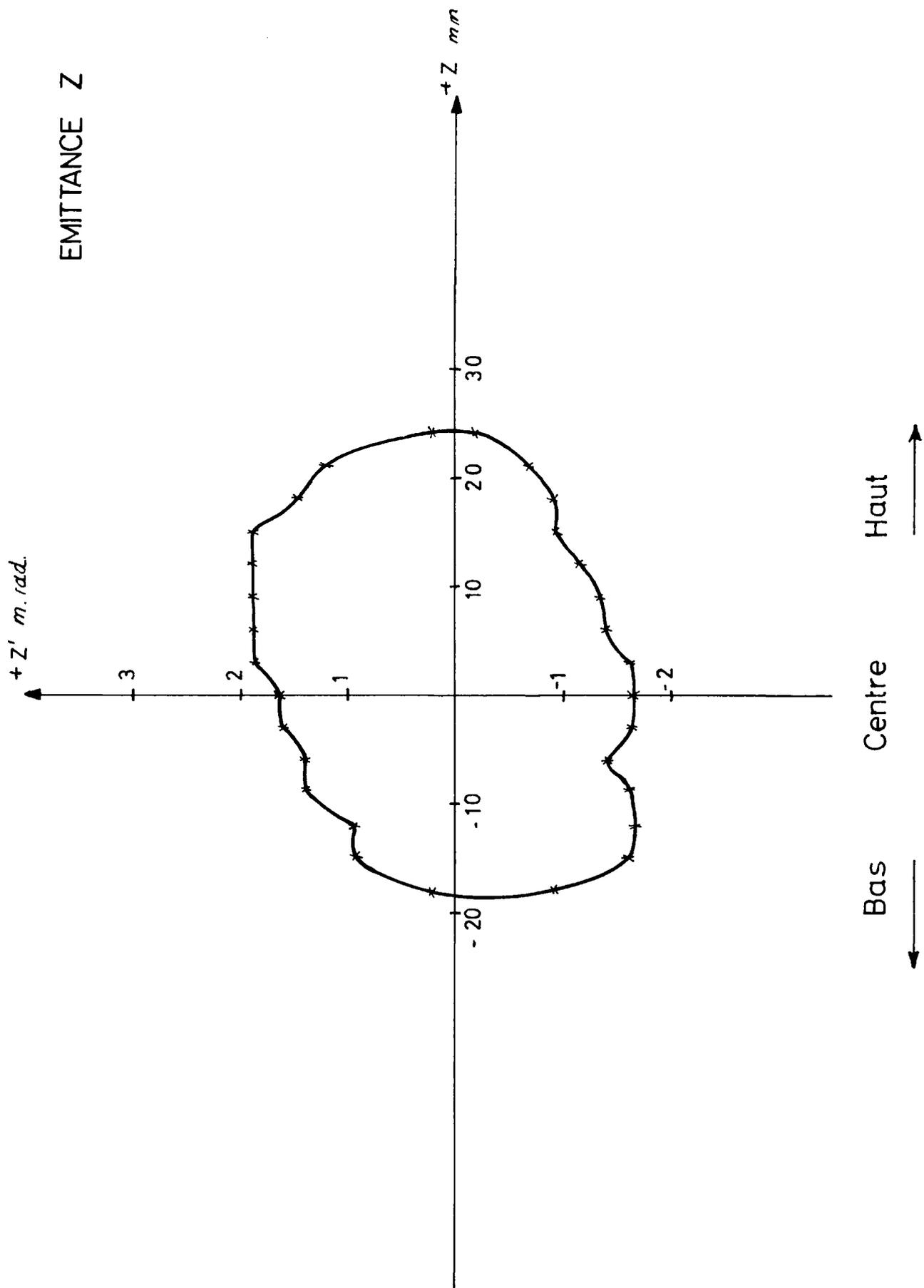


Photo 14





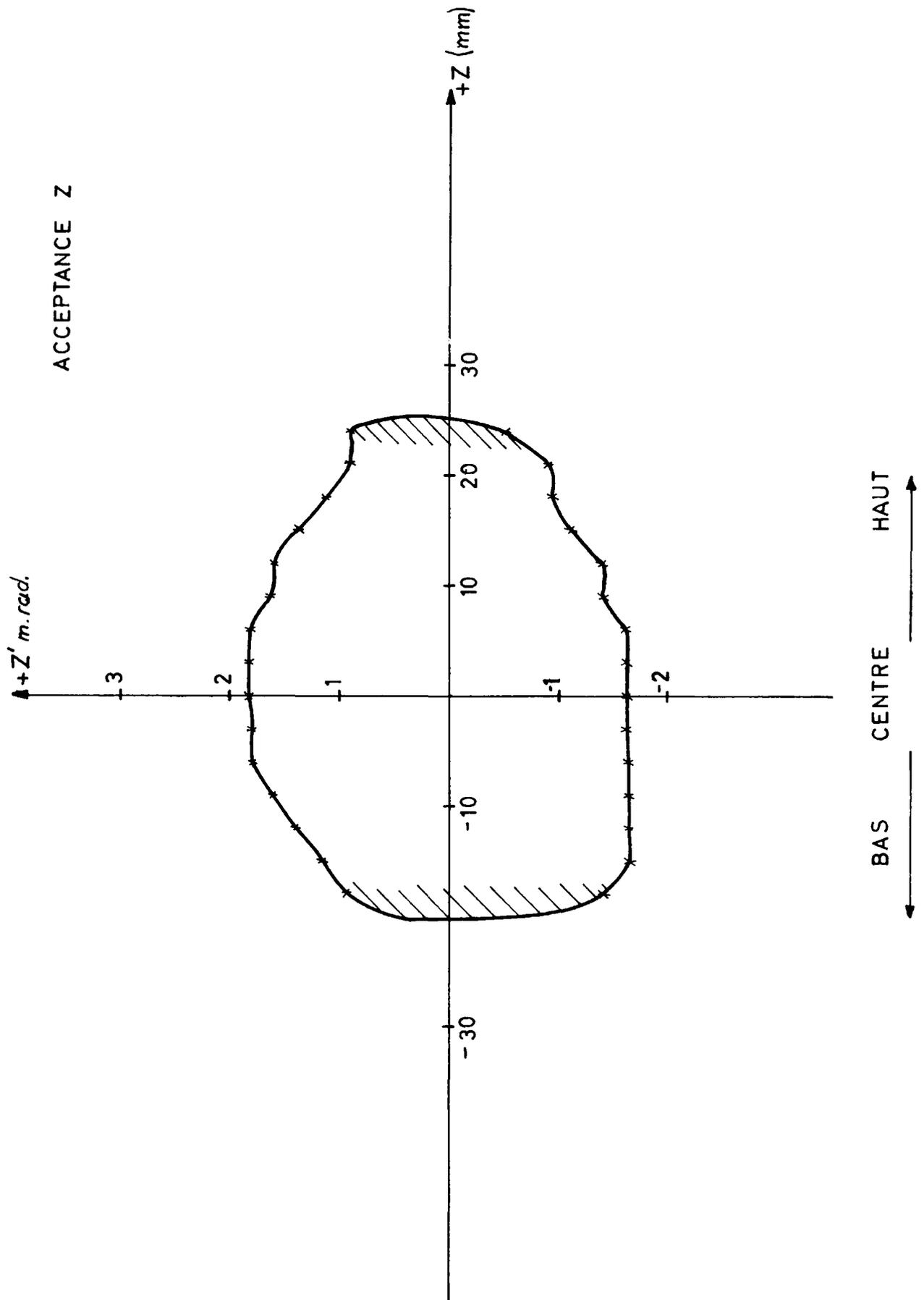
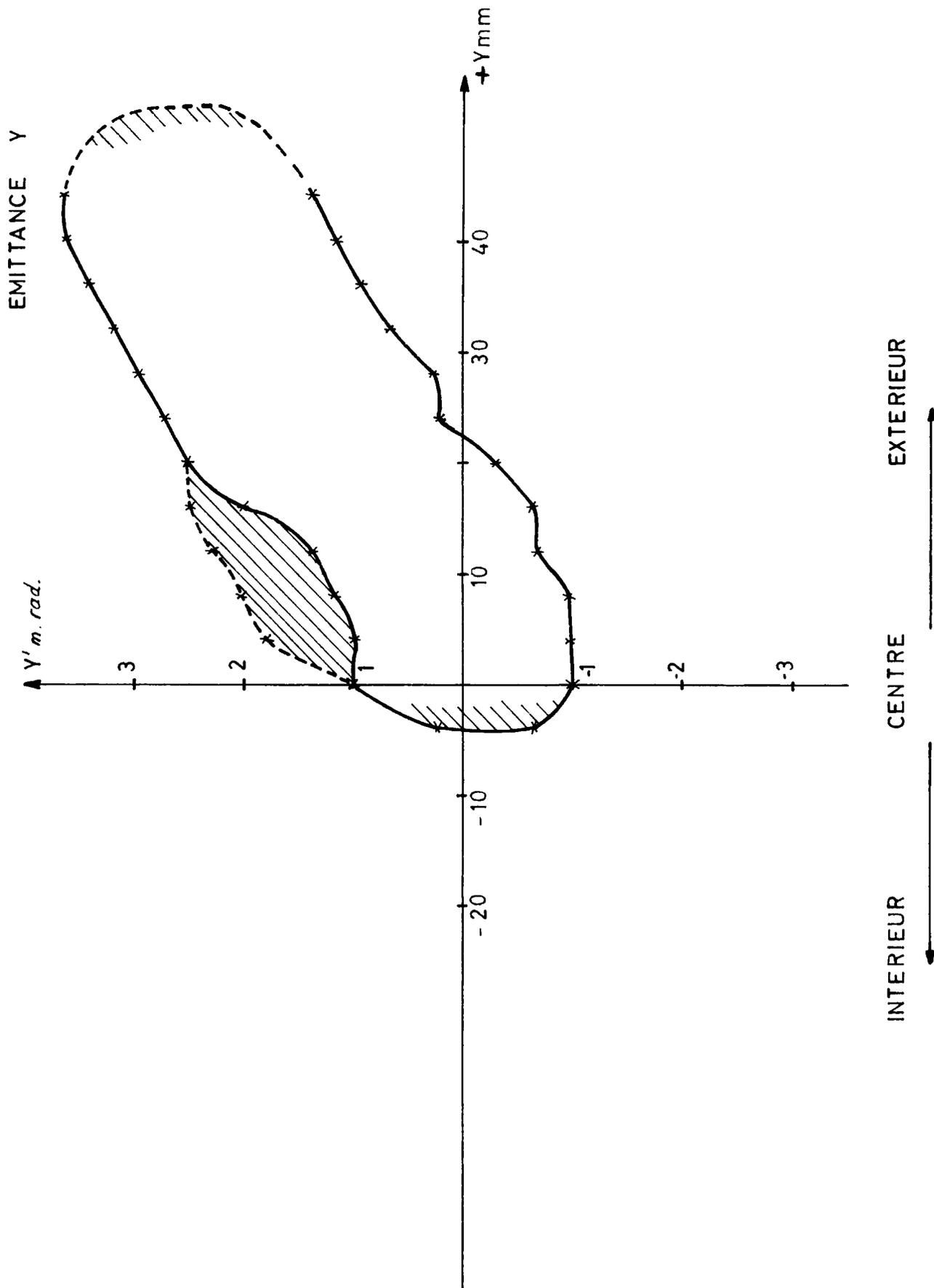
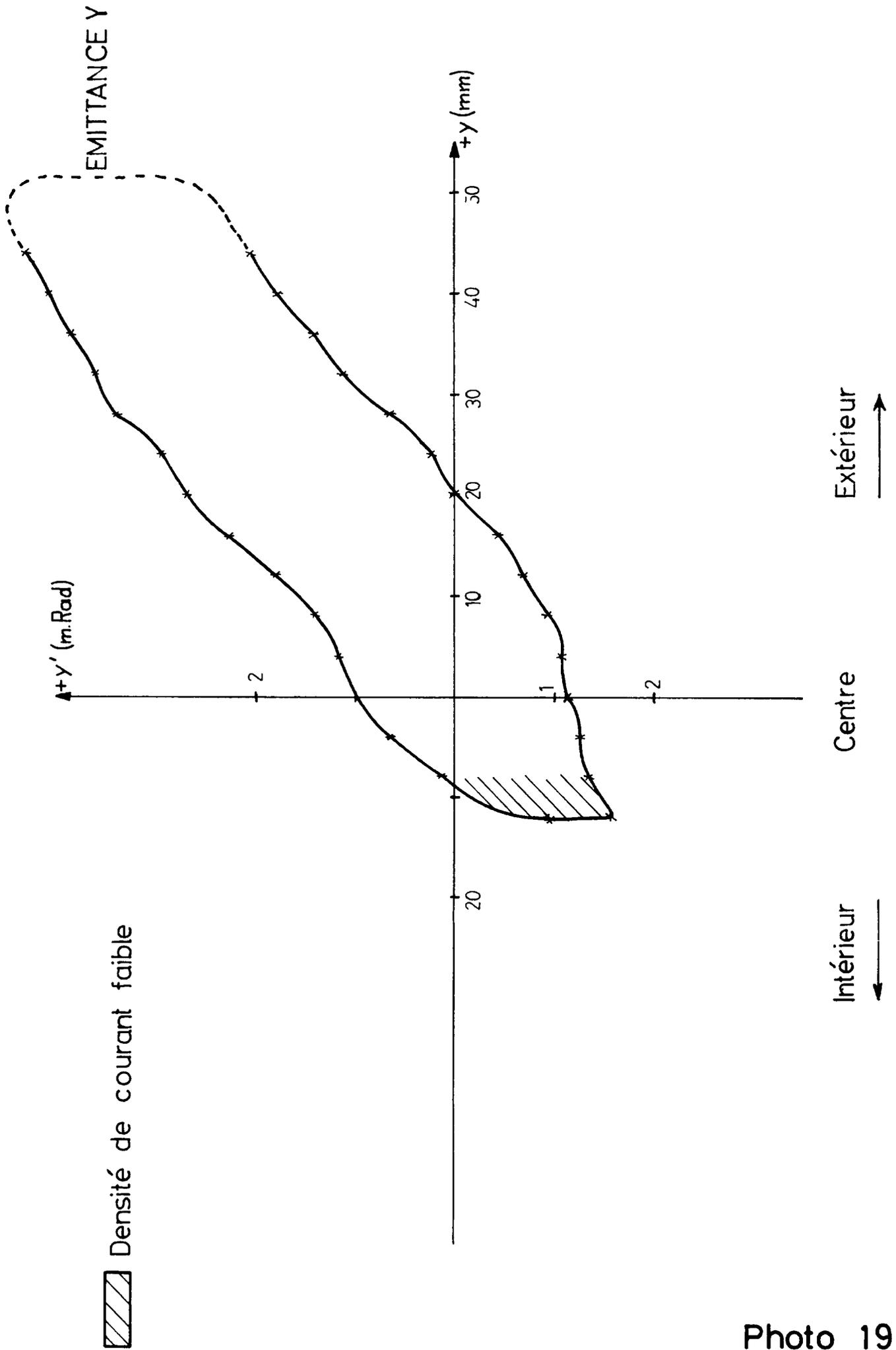


Photo 17





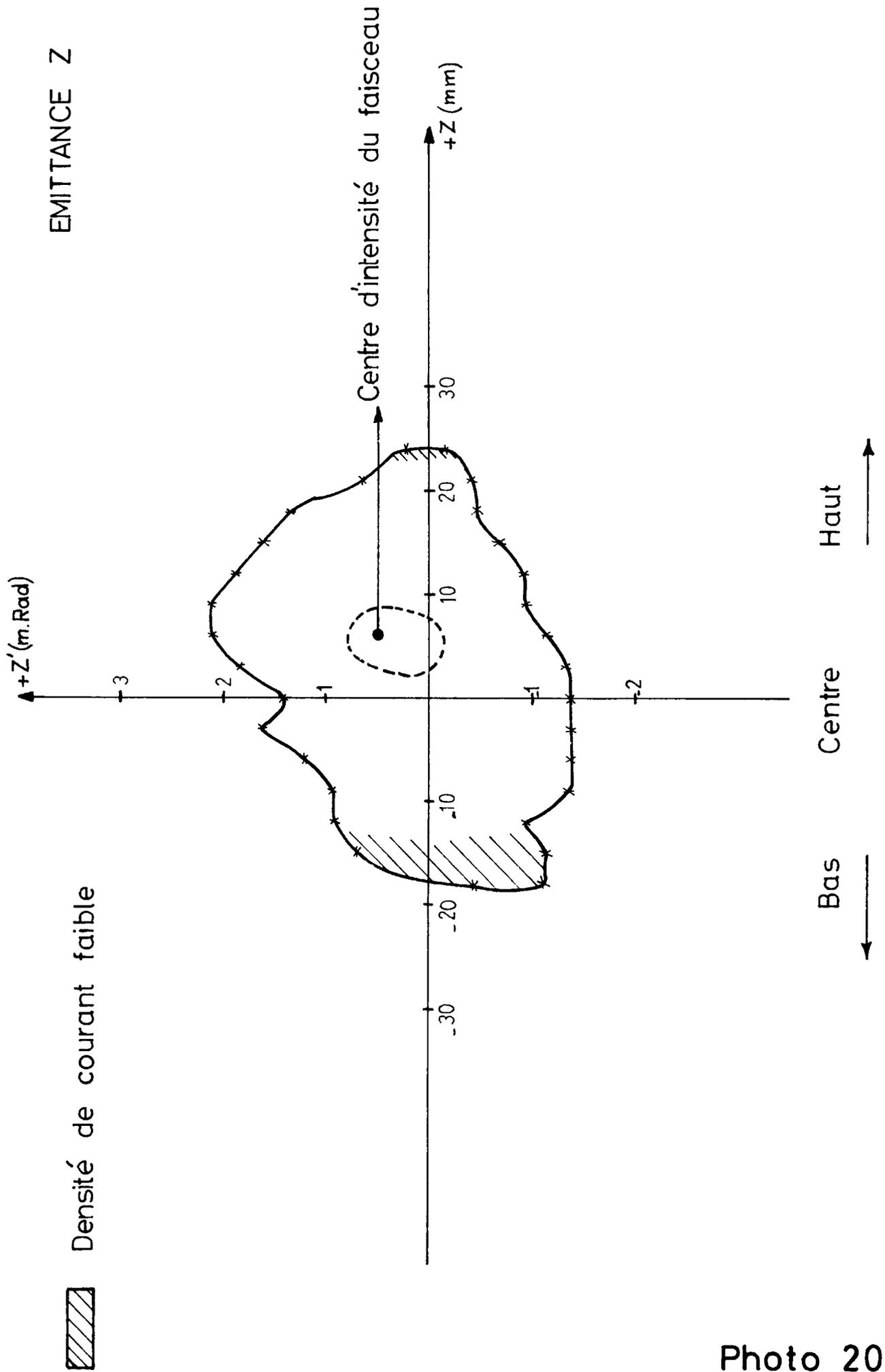
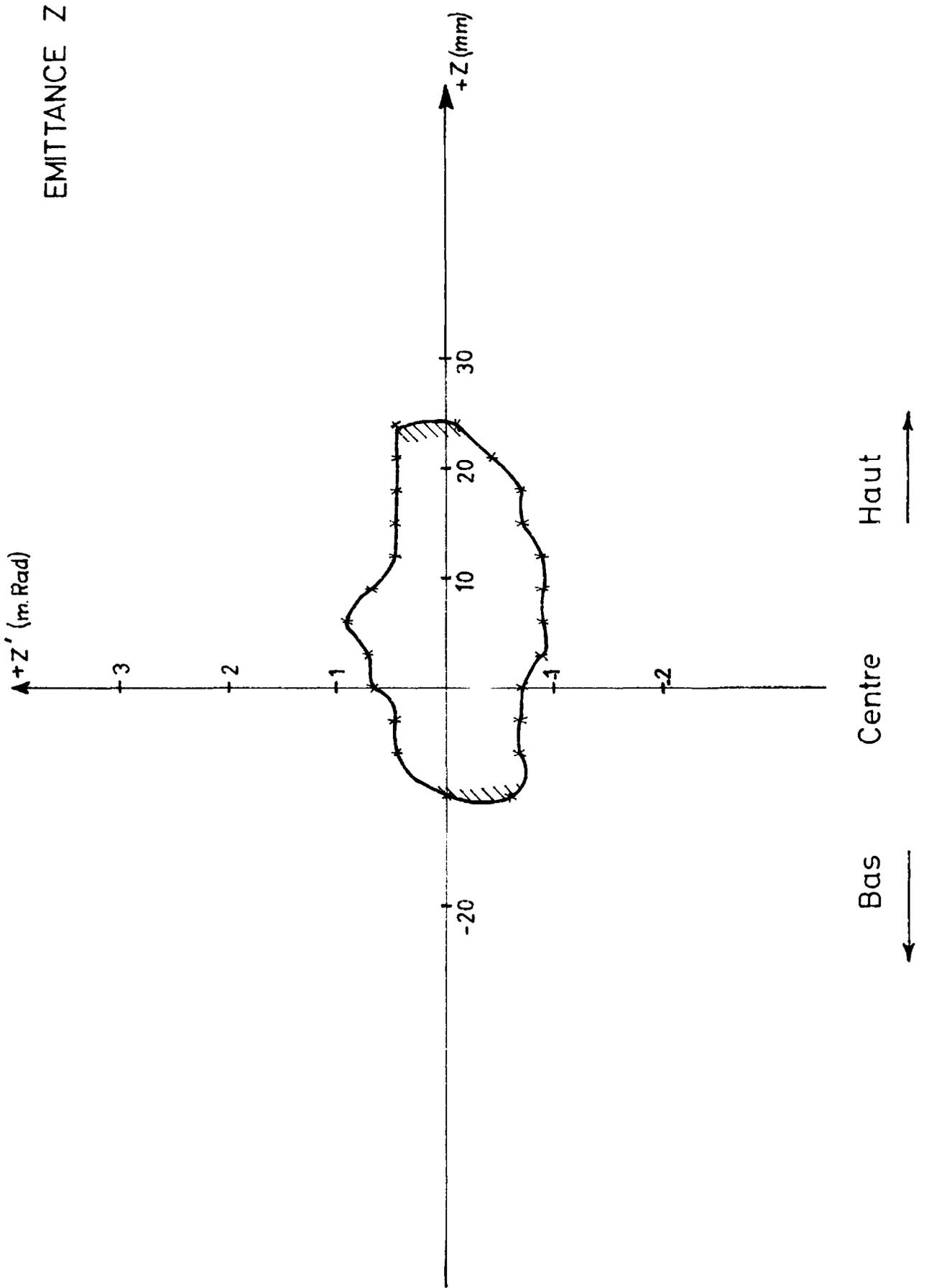


Photo 20



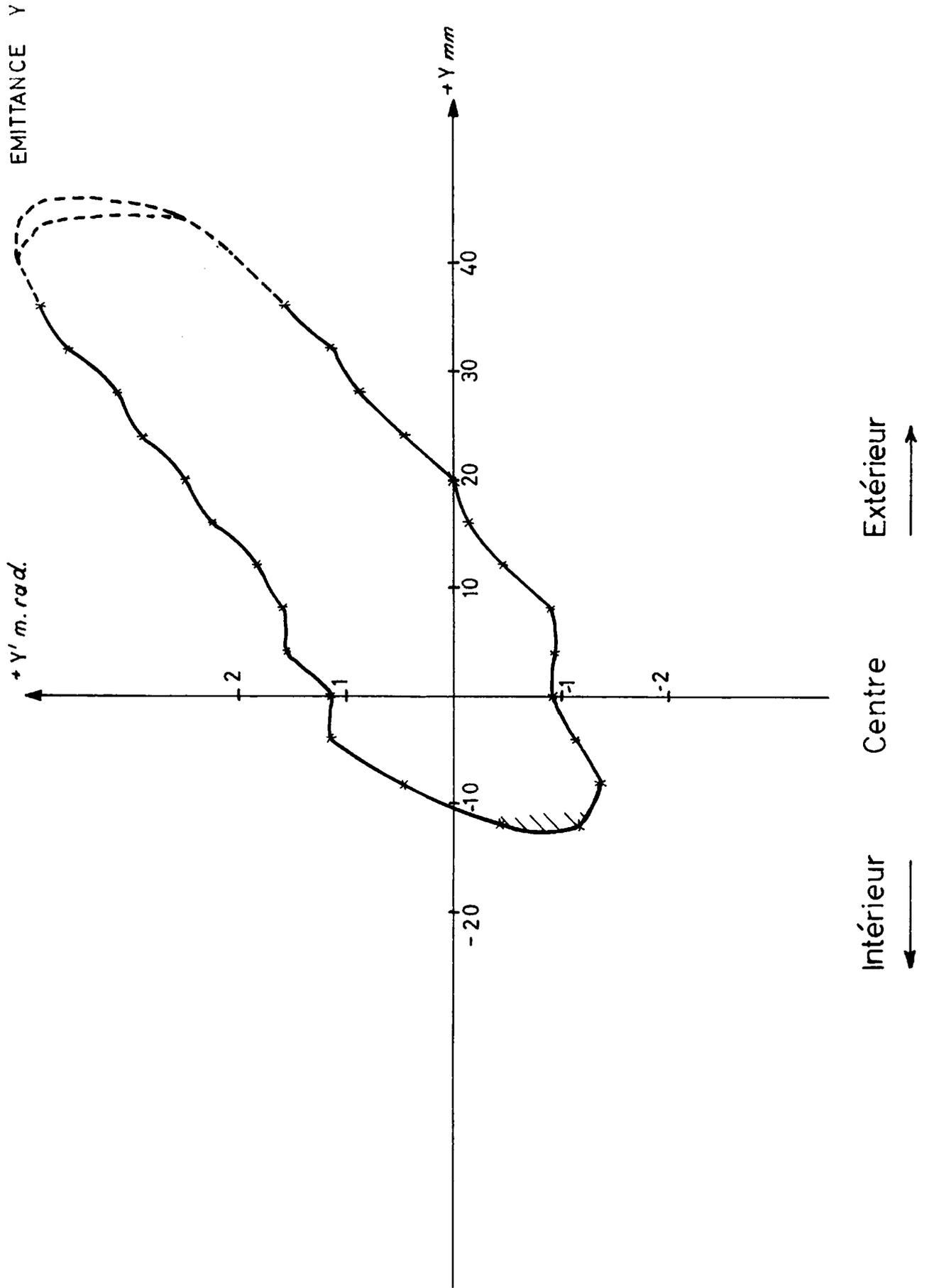


Photo 22

