

C. SENSIBILITE ET HOMOGENEITE

ERBSMANN F., PATERNOT J., PIEPSZ A., DOBBELEIRE A., FROIDEVILLE J.L., Service des Radioisotopes, Hôpital Saint-Pierre, Bruxelles.

I. SENSIBILITE

La sensibilité absolue d'un détecteur est le rapport du nombre de rayons détectés au nombre de rayons incidents. Cette grandeur est difficile à mesurer en pratique et est souvent remplacée par la sensibilité relative mesurée par rapport à une référence arbitraire. Dans le cas de la caméra à scintillation, cette grandeur varie en fonction de l'énergie de l'isotope choisi, de la fenêtre spectrométrique et du type de collimateur.

La Figure 1 présente une mesure de sensibilité faite à l'aide d'une source ponctuelle à rayons quasi parallèles (cf. Méthodologie), la sensibilité est remarquablement constante sur tout le champ de la caméra étudiée (Nuclear Chicago Phogamma III 1967 transformée en HP en 1972). Les valeurs sont représentées en pour cent de la valeur centrale, la valeur la plus basse vaut 96,8 %, la plus élevée vaut 101,2 % pour le ^{99m}Tc . L'erreur statistique est inférieure au pour cent. L'allure de la courbe est indépendante de l'énergie et est valable pour une grande variété de caméras. Certains modèles (Nuclear Chicago Phogamma III 1971) pourtant présentent une atténuation du photo-multiplieur central. Ce phénomène se traduit par une baisse de sensibilité au centre du détecteur et dépend de l'énergie de l'isotope considéré (Fig. 2). Les variations de sensibilité peuvent atteindre la valeur de 30 % et sont dépendantes de l'énergie de l'isotope considéré. Un choix inadéquat de la fenêtre spectrométrique entraîne de même une variation de la sensibilité (Fig. 3).

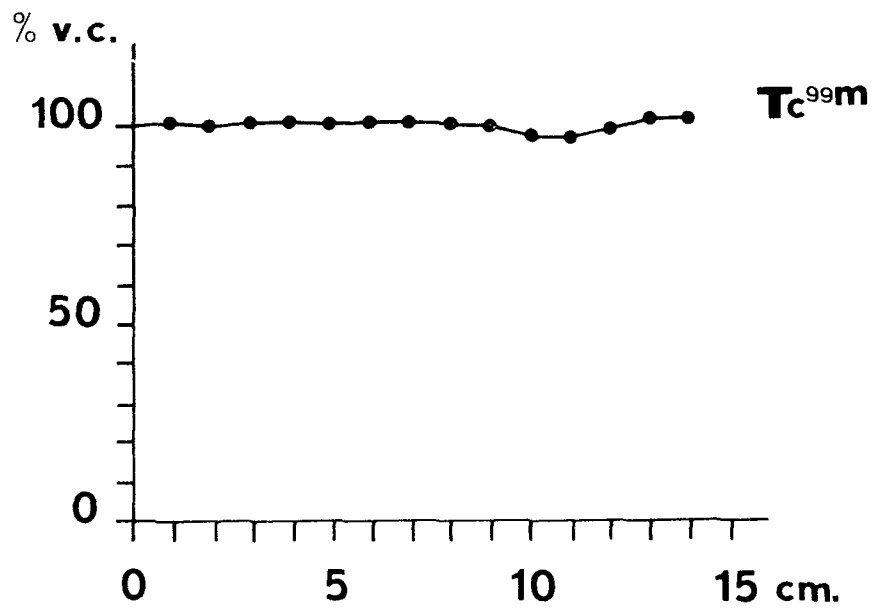
II. HOMOGENEITE

La Figure 4 présente la distribution du fantôme homogène en même temps qu'une mesure de sensibilité. Les deux courbes ne se superposent pas.

Les variations d'homogénéité peuvent avoir trois origines (Fig. 5) : la variation de la sensibilité, la distorsion spatiale, la variation de forme de la FDP (résolution).

1. Effet de bord. Un exemple de distorsion spatiale est donné par l'effet de bord (Fig. 6a) (En anglais : edge packing = tassement au bord). Ce phénomène est dû à une non linéarité dans la représentation des points tel que le démontre la Figure 7 où est représenté le numéro du canal correspondant au maximum de la FDP en fonction de la position vraie de la source. On note un tassement très net à partir de 12 cm du centre du détecteur. Cet effet est expliqué par la présence d'un miroir entourant le cristal et symbolisé par le trait double sur la Figure 8. Ce miroir sert à éviter les pertes de lumières et est donc indispensable à une bonne sélection en énergie. Les scintillations produites au bord du cristal voient une partie de la lumière réfléchie vers le centre entraînant une erreur dans le calcul de la position du point.

**SENSIBILITE DE
LA CAMERA A
SCINTILLATION**



v.c. = valeur centrale

distance du centre

Figure 1.

**SENSIBILITE DE
LA CAMERA A
SCINTILLATION
AVEC ATTENUATION
DU P.M. CENTRAL**

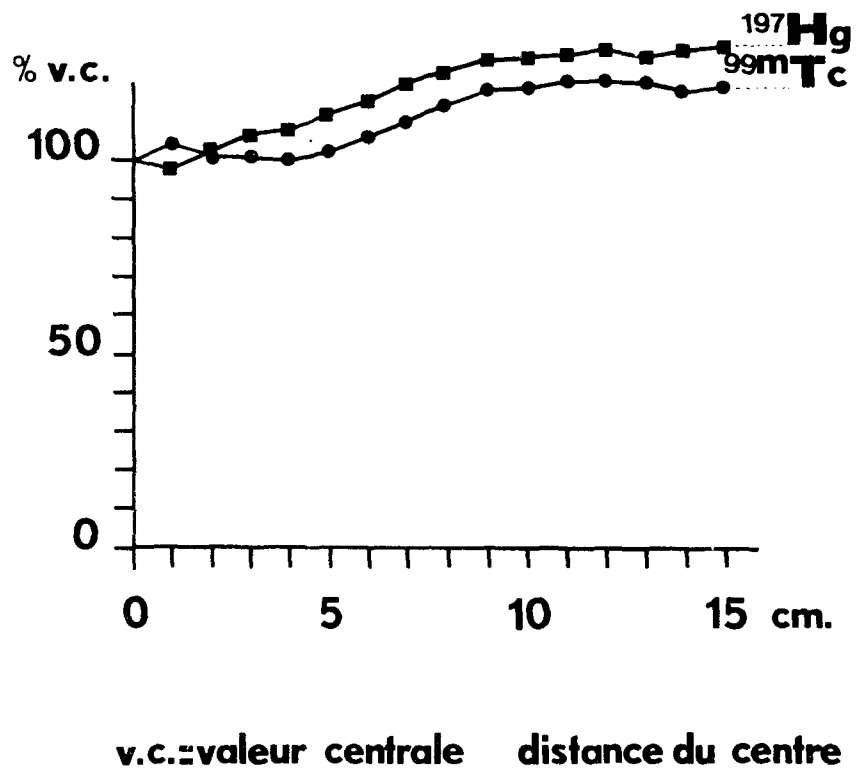
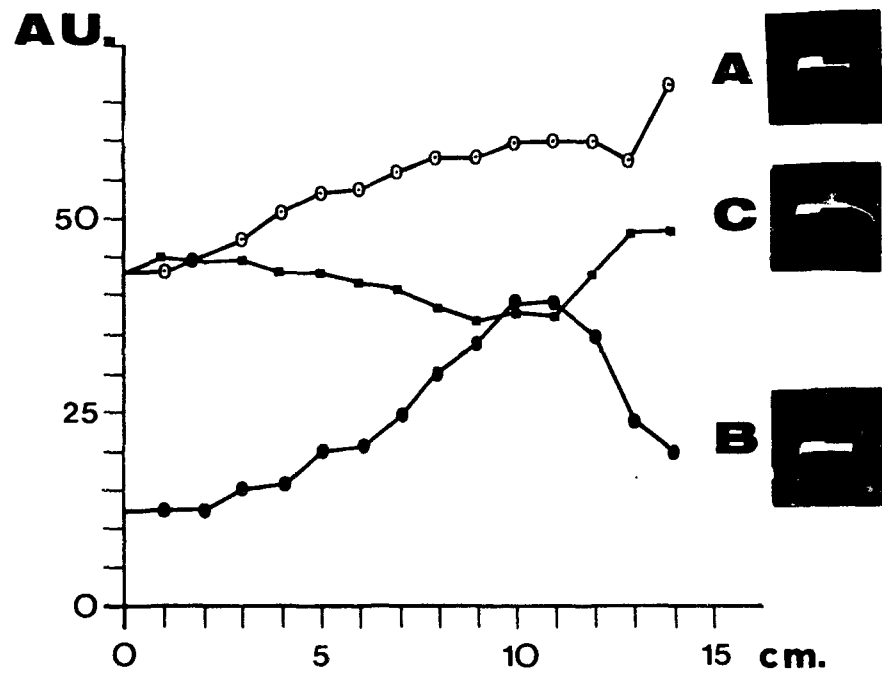


Figure 2.

SENSIBILITE POUR DIFFERENTS REGLAGES SPECTROMETRIQUES



v.c.=valeur centrale distance du centre

Figure 3.

SENSIBILITE D'UNE CAMERA TYPE ANGER POUR UNE SOURCE PONCTUELLE

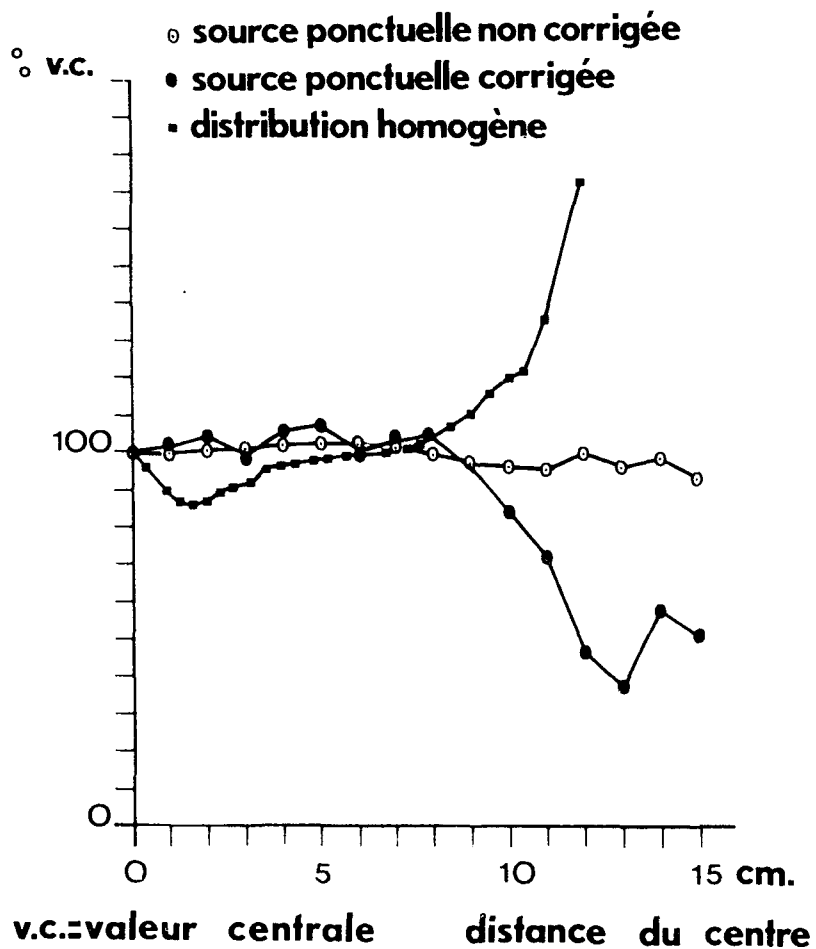
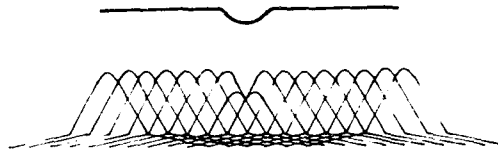


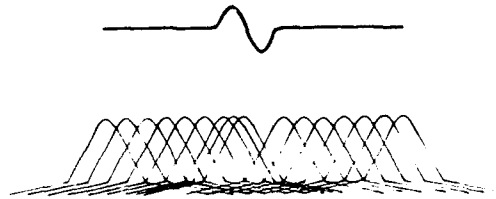
Figure 4.

CAUSES DE L'INHOMOGENEITE D'UNE CAMERA A SCINTILLATION

- a) variation de sensibilité



- b) distorsion spatiale



- c) variation de la forme de la **FDP**

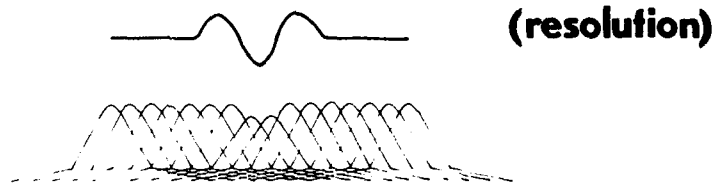
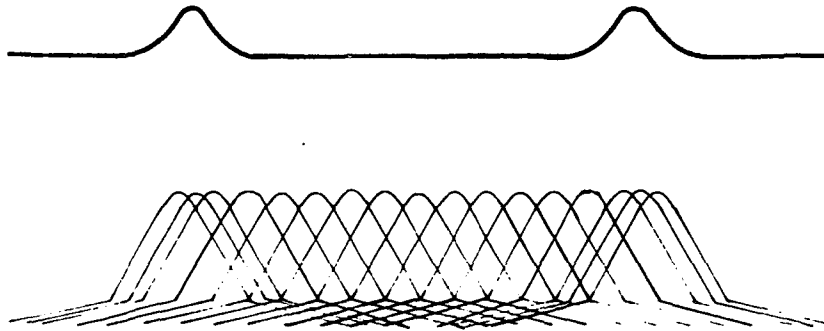


Figure 5.

a) effet de bord



b) effet des queues

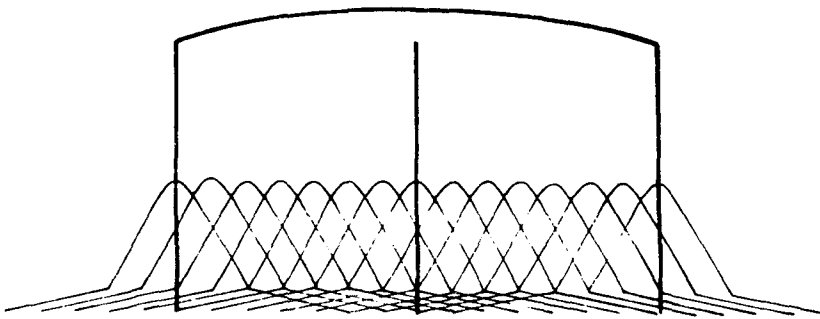


Figure 6.

Deux causes d'inhomogénéité à la caméra à scintillations ;
a) L'effet de bord dû à une distorsion spatiale.
b) L'effet des queues des FDP provoquant une bosse au centre.

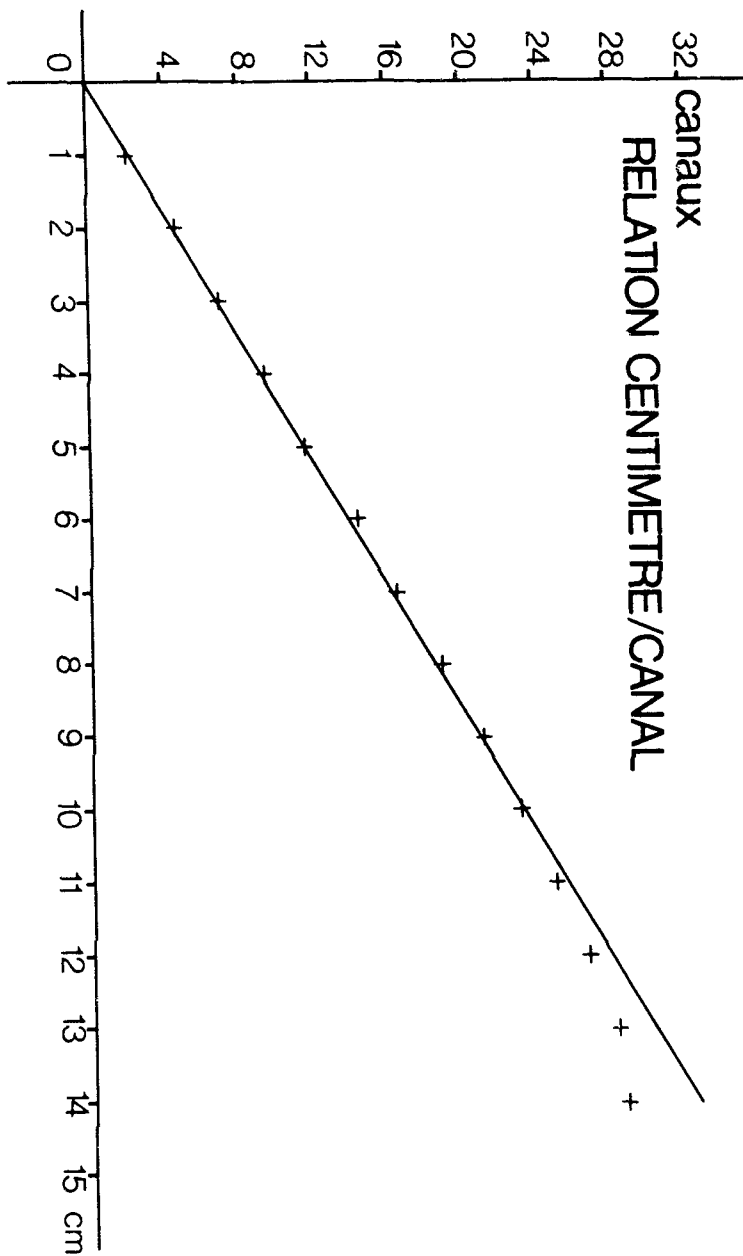


Figure 7.

Relation entre la position du maximum des FDP et la position vraie de la source démontrant la distorsion spatiale provoquant l'effet de bord.

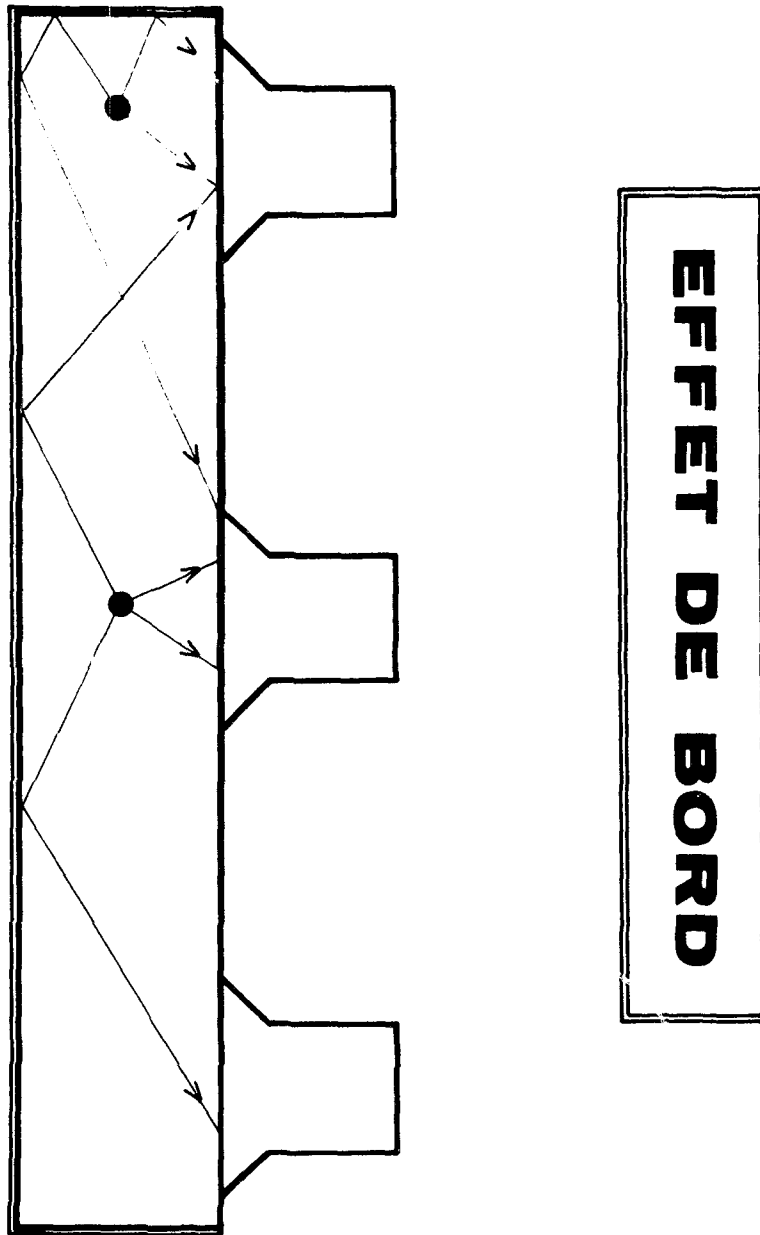


Figure 8.

Représentation schématique démontrant l'effet du miroir (trait double) entourant le cristal et provoquant l'effet de bord.

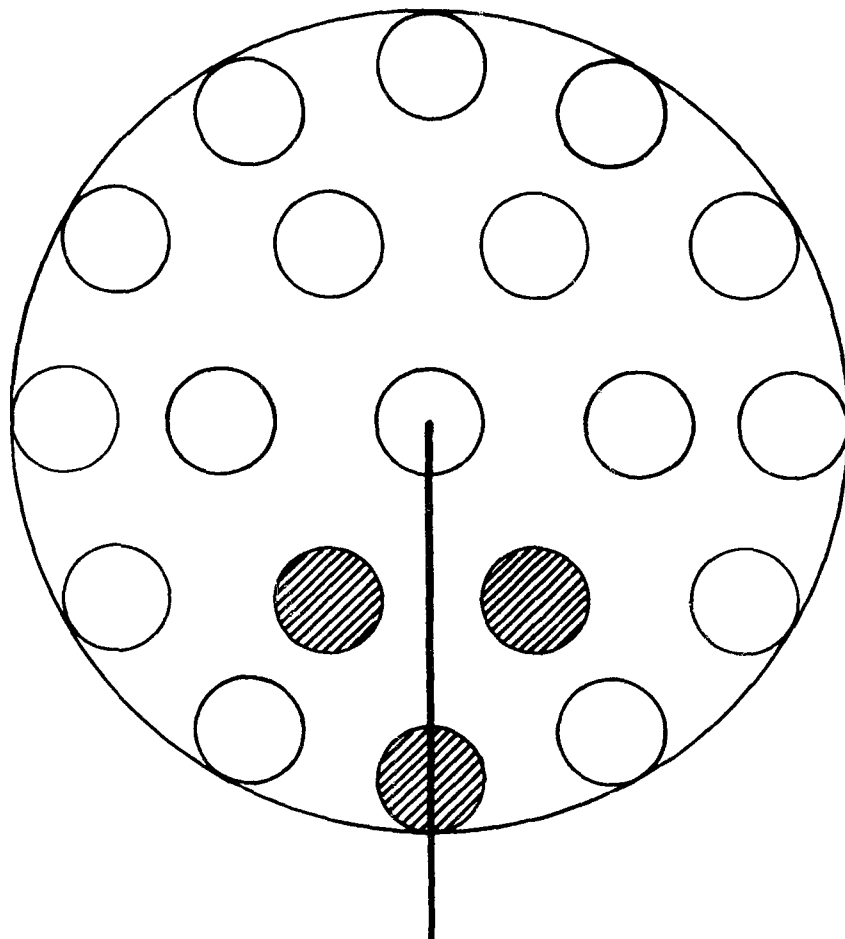


Figure 9.

Les photomultiplicateurs hachurés ont été déréglés dans l'expérience décrite. Les mesures ont été effectuées suivant le trait noir.

**SENSIBILITE D'UNE CAMERA
TYPE ANGER POUR
UNE SOURCE PONCTUELLE
__DEREGLAGE LEGER__**

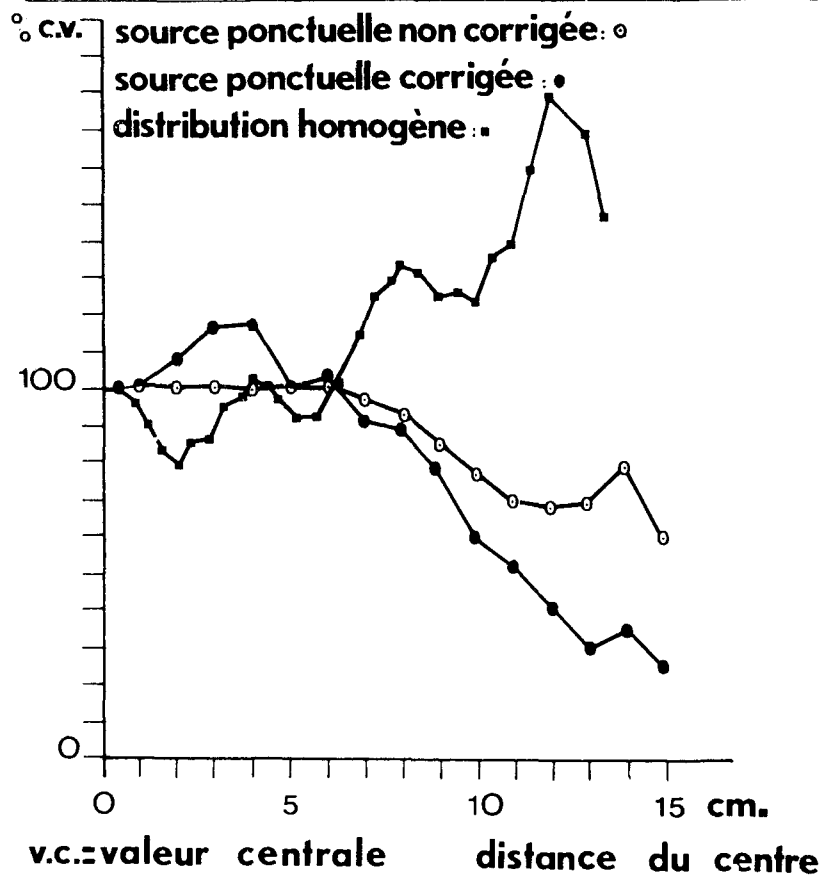


Figure 10.

**SENSIBILITE D'UNE CAMERA
TYPE ANGER POUR
UNE SOURCE PONCTUELLE
DEREGLAGE ACCENTUE**

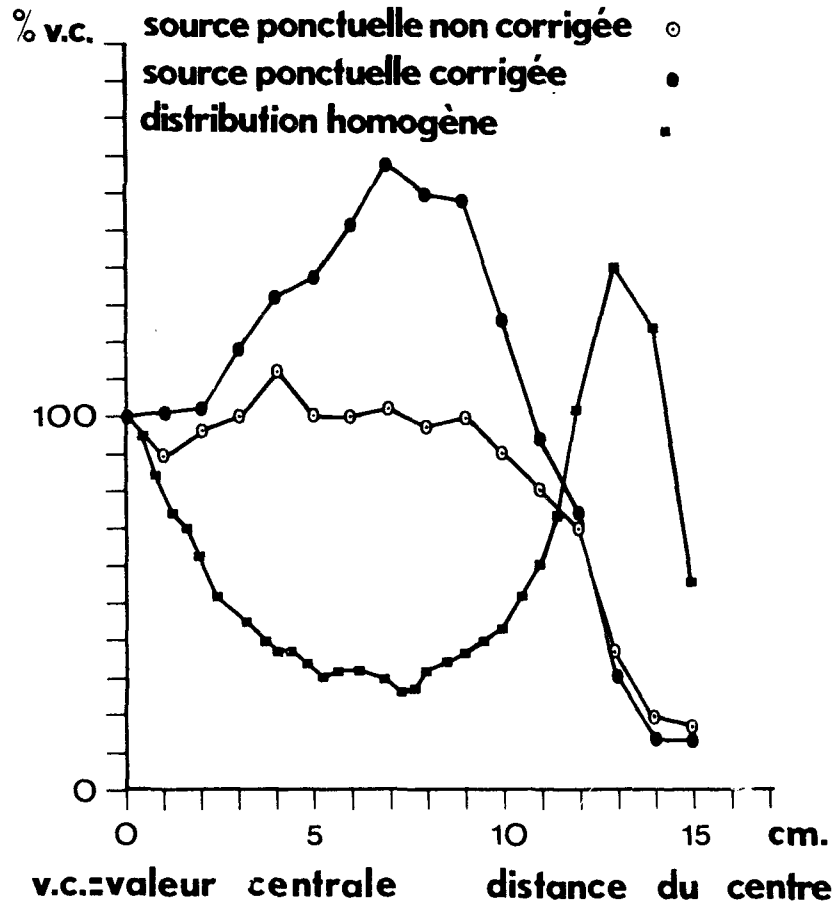


Figure 11.

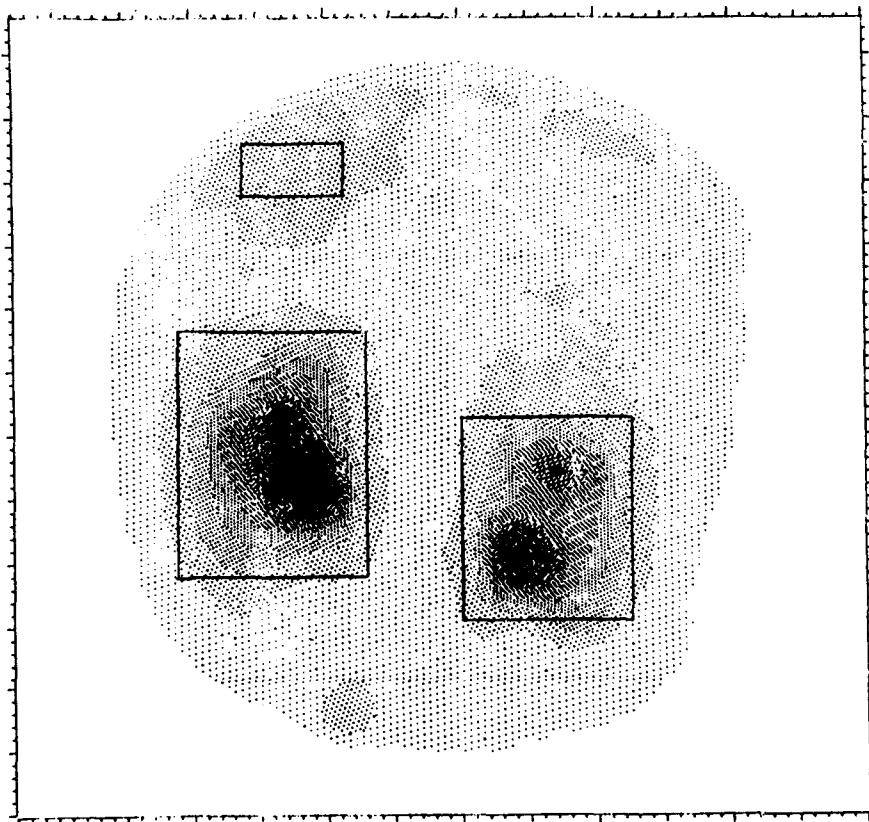


Figure 12.

Exemple d'une étude cinétique rénale ou une zone d'intérêt prise au niveau du coeur et dans l'effet de bord permet de suivre l'évolution plasmatique de l'isotope considéré.

2. Effet des "queues de distribution". F. SOUSSALINE a montré l'existence de queues extrêmement importante à la FDP pour un système collimaté. Dans l'hypothèse où la FDP est constante pour tout le champs de la caméra la sommation des queues produit une bosse au centre du détecteur (Fig. 6b). Cet effet n'est donc pas dû à une variation de sensibilité et n'apparaît sous cette forme que pour une distribution homogène. Il est différent pour une source de dimension finie, tel un organe.

3. Correction d'inhomogénéité (CI). La correction d'inhomogénéité ne tient compte que des variations de sensibilité. Elle est inadéquate pour les variations de forme de la FDP et les distorsions spatiales. Nous avons testé l'effet de cette procédure sur la mesure de source ponctuelle. On observe (Fig. 4) que la CI ne modifie pas sensiblement les résultats dans la partie utile du détecteur bien réglé et introduit des erreurs dans la zone de l'effet de bord. Nous avons de plus testé l'effet de la CI en dérégulant les 3 photomultiplicateurs hachurés dans la Figure 9. Les conclusions sont les mêmes pour un dérèglement léger (un demi tour de potentiomètre) que pour un dérèglement fort (un tour et demi de potentiomètre). On observe (Fig. 10 et Fig. 11) que la CI provoque des erreurs allant de 20 % pour le dérèglement léger à 70 % pour le dérèglement accentué et ne corrige pas pour les variations de sensibilité. Il apparaît donc qu'un dérèglement de la caméra à scintillations provoque non seulement des variations de sensibilité mais des distorsions spatiales, et que la CI ne peut corriger ces derniers. Il est de l'avis des auteurs de ce travail que les phénomènes liés à l'inhomogénéité de la caméra à scintillations sont mal connus à ce jour et qu'à fortiori l'effet de la correction d'inhomogénéité n'est pas prévisible et que dans certains cas elle peut introduire des erreurs plus importantes que les effets que l'on désire corriger.

CONCLUSIONS. Une sensibilité constante de la caméra à scintillations est une condition importante de la scintigraphie digitale quantitative et doit être contrôlée au même titre que d'autres facteurs. La distribution du fantôme reste un excellent test du bon réglage de la caméra mais ne peut être utilisé au stade actuel de nos connaissances pour effectuer des corrections de quelque type que ce soit. La meilleure façon de réduire l'effet de variations spatiales de la sensibilité est d'utiliser constamment la même portion du détecteur pour mesurer tant le témoin que les deux reins successivement. Si l'on désire mesurer la captation rénale des deux reins simultanément nous conseillons aux utilisateurs de mesurer le témoin à la position approximative des deux reins et de vérifier que la différence de taux de comptage ne dépasse la valeur de 5 % par exemple, une valeur plus grande exigeant un réglage de la caméra.

Finalement, signalons que le taux de comptage observé dans la zone de l'effet de bord est correct mais que le nombre de coups par centimètre carré est faux. On peut utiliser une zone d'intérêt dans ce domaine pour suivre une évolution cinétique comme nous l'avons illustré dans la Figure 12 où une zone d'intérêt prise au niveau du coeur et dans l'effet de bord permet d'obtenir une idée de l'évolution plasmatique de l'isotope considéré.