

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

2 870 601

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

05 03801

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 T 1/00, G 01 T 3/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.04.05.

③0 Priorité : 15.04.04 JP 04120790.

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 25.11.05 Bulletin 05/47.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : JAPAN ATOMIC ENERGY  
RESEARCH INSTITUTE — JP.

⑦2 Inventeur(s) : KATAGIRI MASAKI.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

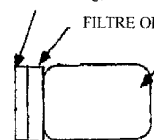
⑤4 DETECTEUR DE PARTICULES ET DETECTEUR DE NEUTRONS QUI UTILISENT DES PHOSPHORES DE  
SULFURE DE ZINC.

⑤7 Les caractéristiques du phosphore ZnS: Ag,Cl qui  
présente un rendement de fluorescence considérablement  
élevé en réponse aux particules incidentes, leur permettant  
d'être aisément détectés, sont utilisées en tant que telles et  
combinées avec la découverte de ce que les composants  
de fluorescence dans la gamme des longueurs d'ondes  
courtes ont une vie courte, ce qui a conduit à une amélioration  
des caractéristiques de comptage, permettant ainsi des  
mesures de particules à des taux élevés. Lorsque le B370 a  
été utilisé en tant que filtre optique afin de sélectionner les  
composants de fluorescence inférieurs à environ 450 nm,  
ainsi que sur la figure 1, le temps de déclin des composants  
de fluorescence à courte durée de vie a pu être réduit de  
370 à 200 ns.

LUMINOPHORE ZnS:Ag,Cl

FILTRE OPTIQUE B370

TUBE PHOTMULTIPLICATEUR



FR 2 870 601 - A1



La présente invention a trait à une amélioration des caractéristiques de comptage d'un détecteur de particules et d'un détecteur de neutrons qui utilisent des luminophores (espèces luminescentes) à base de ZnS.

Les détecteurs de particules conventionnels, tels que des détecteurs de  
5 particules alpha, aussi bien que les détecteurs de neutrons conventionnels qui détectent les neutrons de manière indirecte en détectant les particules émises par le convertisseur de neutrons  ${}^6\text{Li}$  ou  ${}^{10}\text{B}$  utilisent, dans la plupart des cas, des luminophores à base de ZnS, compte tenu du fait qu'ils ont des rendements de fluorescence considérablement élevés en réponse aux particules incidentes et que les  
10 composants de fluorescence à vie courte ont des temps de déclin de seulement 200-300 ns.

Cependant, la fluorescence des luminophores à base de ZnS contient des composantes à vie longue qui contribuent à des effets de « rémanence », comme représenté sur la figure 12. De ce fait, on considère que la vie moyenne de la  
15 fluorescence des luminophores à base de ZnS est de 70 à 100  $\mu\text{s}$ . En raison de ces composantes à vie longue, l'incidence de particules ou de neutrons à vitesse élevée peut provoquer un « empilement » d'impulsions, rendant difficile la mesure d'un taux de comptage précis (voir le *Hoshasen Handbook*, 2<sup>ème</sup> édition).

Du fait que le fonctionnement de la source de neutrons pulsés à haute  
20 intensité utilisant un accélérateur de protons à haute intensité a progressé ces dernières années, les fourchettes d'intensité des neutrons pulsés et de l'énergie des neutrons produite se sont toutes les deux développées et il est aujourd'hui essentiel de mettre au point un détecteur qui soit capable détecter des neutrons de manière pratique et de fournir des images de neutrons en deux dimensions sans saturation,  
25 même si les neutrons incidents ont des vitesses élevées. La mesure de particules à des taux de comptage élevés est également essentielle dans les expériences utilisant un accélérateur ou un réacteur nucléaire. Dans la mesure de neutrons ou de particules, ceux-ci doivent être détectés avec des effets de rayons gamma réduits en bruit de fond. La détection de particules avec les plus faibles quantités possibles de rayons  
30 gamma en bruit de fond est également indispensable aux observations de matière sombre ou de rayonnements cosmiques.

Selon la présente invention, on utilise les caractéristiques de luminophores à base de ZnS, de type ZnS : Ag ou ZnS : Cu, qui ont des rendements de fluorescence considérablement élevés en réponse à des particules incidentes, permettant une détection efficace et aisée. Ces luminophores sont utilisées en tant que tels, et combinés avec une découverte des inventeurs, à savoir de ce que les composantes de la fluorescence de ces luminophores dans la gamme des longueurs d'ondes courtes ont une vie courte. Cette découverte a conduit à une amélioration des caractéristiques de comptage, permettant des mesures de particules ou de neutrons à des taux élevés.

Dans ce cadre, les inventeurs ont mis en évidence que, pour les luminophores de type ZnS : Ag, Cl, et plus généralement pour les luminophores de formule ZnS : Ag, X, où X est le chlore Cl ou l'aluminium Al, les composantes de fluorescence émises dans la gamme des courtes longueurs d'ondes présentent des rendements de fluorescence plus faibles en réponse aux rayons gamma ou aux électrons qu'en réponse à des particules incidentes. Ce résultat a été utilisé pour détecter des particules ou des neutrons de façon distincte de rayons gamma ou de faisceaux d'électrons.

La présente invention fournit des détecteurs de particules et des détecteurs de neutrons à caractéristiques de comptage améliorés, où la détection est effectuée en se fondant sur le fait que la composante à courte longueur d'onde de la fluorescence émise par un luminophore de formule ZnS : Ag, X, où X est Cl ou Al, possède un temps de déclin court.

Plus précisément, selon un premier aspect, la présente invention a pour objet un détecteur de particules à caractéristiques de comptage améliorées, qui utilise un luminophore de formule ZnS : Ag,X où X est le chlore Cl ou l'aluminium Al, dont la composante de la fluorescence à courte longueur d'onde, possède un temps de déclin court.

Selon un autre aspect, l'invention a pour objet un détecteur de neutrons à caractéristiques de comptage améliorées, qui utilise un mélange d'un luminophore de formule ZnS : Ag,X où X est le chlore Cl ou l'aluminium Al, et d'un convertisseur de neutrons  ${}^6\text{Li}$  ou  ${}^{10}\text{B}$ , dont la composante de la fluorescence à courte longueur d'onde possède un temps de déclin court.

Selon un mode de réalisation particulier, le détecteur de particules de l'invention est utilisé pour la détection de particules en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons. Le cas échéant, le détecteur utilise un luminophore de formule  $ZnS : Ag, Cl$  et la détection est effectuée en se fondant sur le fait que la composante de la fluorescence à courte longueur d'onde émise par le luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  a un rendement de fluorescence en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons inférieur à celui de la fluorescence en réponse aux particules.

Selon un autre mode particulier, le détecteur de neutrons de l'invention, utilise un mélange d'un luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  et d'un convertisseur de neutrons  $^6Li$  ou  $^{10}B$  est mis en œuvre pour la détection de neutrons en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons. La détection est alors effectuée en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence émise par le phosphore  $ZnS : Ag, Cl$  a un rendement de fluorescence en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons inférieur à celui de la fluorescence en réponse aux neutrons.

Dans les détecteurs de particules et de neutrons de l'invention, la détection des composantes à longues et à courtes longueurs d'onde de la fluorescence émise par le luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  peuvent être effectuées de façon indépendante, ce qui permet de compter simultanément les rayons gamma ou les faisceaux d'électrons en les différenciant du rayonnement incident.

Par ailleurs, selon un mode de réalisation particulier, le détecteur de l'invention de particules ou de neutrons peut utiliser une fibre convertissant les longueurs d'onde, afin de sélectionner une région particulière de longueurs d'onde de fluorescence.

En d'autres termes, l'invention fournit en particulier :

- un détecteur de particules dont les caractéristiques de comptage sont améliorées en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence du luminophore  $ZnS : Ag, X$  où  $X$  est le chlore  $Cl$  ou l'aluminium  $Al$  possède un temps de déclin court ;

- un détecteur de neutrons qui utilise un mélange d'un luminophore ZnS : Ag,X où X est le chlore Cl ou l'aluminium Al et d'un convertisseur de neutrons  ${}^6\text{Li}$  ou  ${}^{10}\text{B}$  et dont les caractéristiques de comptage sont améliorées en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence du phosphore possède un temps de déclin court ;

- un détecteur de particules capable de détecter des particules en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence émise par le luminophore ZnS : Ag,Cl a un rendement de fluorescence plus faible en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons qu'aux particules ;

- un détecteur de neutrons qui utilise un mélange d'un luminophore ZnS : Ag,Cl et d'un convertisseur de neutrons  ${}^6\text{Li}$  ou  ${}^{10}\text{B}$  et qui est capable de détecter des neutrons en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence émise par le luminophore ZnS : Ag,Cl a un rendement de fluorescence plus faible en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons qu'aux neutrons ;

- un détecteur de particules ou de neutrons du type précédent, utilisant un luminophore ZnS : Ag, Cl qui détecte indépendamment les composants à longues et à courtes longueurs d'onde de la fluorescence émise par le phosphore ZnS : Ag,Cl et qui est capable de compter simultanément les rayons gamma ou les faisceaux d'électrons en les différenciant du rayonnement incident ; et

- un détecteur de particules ou de neutrons du type précédent, qui utilise une fibre convertissant les longueurs d'onde afin de sélectionner une région particulière de longueur d'onde de fluorescence.

25

La présente invention va maintenant être décrite ci-dessous plus en détails, en faisant référence à des exemples et aux figures annexées dans lesquelles :

La figure 1 représente un détecteur de particules comprenant un luminophore ZnS : Ag,Cl qui est un élément détectant les particules couplé au filtre optique B370 qui laisse passer les longueurs d'onde inférieures à environ 450 nm et qui est couplé lui-même à un tube photomultiplicateur ;

30

la figure 2 représente un circuit de mesure de la dépendance par rapport aux longueurs d'onde de la vie de la fluorescence de ZnS : Ag,Cl ;

la figure 3 est un graphique comparant les formes d'onde de signaux de sortie du tube photomultiplicateur en réponse à des particules incidentes sur du ZnS : Ag,Cl  
5 entre deux cas, un cas utilisant B370 en tant que filtre optique et l'autre cas n'utilisant aucun filtre optique ;

la figure 4 représente un détecteur de neutrons comprenant un scintillateur détectant les neutrons qui est un mélange d'un luminophore ZnS : Ag,Cl avec un convertisseur de neutrons  $^6\text{LiF}$  et qui est couplé au filtre optique B370 qui laisse  
10 passer les longueurs d'onde inférieures à environ 450 nm et qui est lui-même couplé à un tube photomultiplicateur ;

la figure 5 est un graphique comparant les formes d'onde de signaux de sortie du tube photomultiplicateur en réponse à des neutrons incidents sur du ZnS : Ag,Cl  
15 entre deux cas, l'un utilisant B370 en tant que filtre optique et l'autre cas n'utilisant aucun filtre optique ;

la figure 6 représente un détecteur de particules, différenciées des rayons gamma, comprenant du ZnS : Ag,Cl qui est un élément détectant les particules couplé à un filtre optique qui est lui-même couplé à un tube photomultiplicateur ;

la figure 7 est un graphique comparant le spectre des longueurs d'onde de la fluorescence du luminophore ZnS : Ag,Cl en réponse à des particules alpha et à des  
20 rayons gamma ;

la figure 8 représente un détecteur de neutrons qui utilise un mélange de luminophore ZnS : Ag,Cl avec un convertisseur de neutrons  $^6\text{LiF}$  en tant que scintillateur détectant les neutrons et qui est capable de détecter les neutrons,  
25 différenciés des rayons gamma ;

la figure 9 représente le montage d'un détecteur de particules qui détecte indépendamment les composants à longue et à courte longueur d'onde de la fluorescence du luminophore ZnS : Ag,Cl tout en comptant simultanément les rayons gamma à mesure qu'ils sont différenciés des particules incidentes ;

la figure 10 représente un diagramme d'un détecteur de particules qui utilise une fibre convertissant les longueurs d'onde pour la sélection d'une région de longueurs d'onde de fluorescence particulière ;  
30

la figure 11 est un graphique comparant la région de longueurs d'onde d'un spectre de fluorescence du luminophore ZnS : Ag,Cl avec la région du spectre d'absorption de la fibre convertissant les longueurs d'onde BCF-99-33 ; et

la figure 12 est un graphique représentant les formes d'onde de signaux de sortie du luminophore ZnS : Ag,Cl conventionnel en réponse à des particules alpha incidentes.

### Exemple 1

Dans cet exemple, un détecteur de particules utilisant un luminophore ZnS : Ag,Cl en tant qu'élément détectant des particules est décrit, en référence à la figure 1.

Le détecteur de particule représenté sur la figure 1 comprend du ZnS : Ag,Cl en tant qu'élément détectant des particules, couplé à un filtre optique B370 qui laisse passer les longueurs d'onde inférieures à environ 450 nm et qui est lui-même couplé à un tube photomultiplicateur.

La dépendance de la fluorescence de ZnS : Ag,Cl en fonction des longueurs d'onde de la vie (temps de déclin) a été mesurée avec un circuit représenté sur la figure 2. La source de particules était du Am-241 émettant des particules alpha de 5,4 MeV. Le luminophore ZnS : Ag,Cl a été mélangé avec une composition adhésive organique et a été ensuite appliqué sur une plaque de verre à raison de 5 mg/cm<sup>2</sup>. Ensuite, la fluorescence émise par ZnS : Ag,Cl a été passée de manière sélective à travers différents filtres optiques ayant des gammes de longueurs d'onde de transmission différentes et a été détectée avec un tube photomultiplicateur (R647P de Hamamatsu Photonics K. K.). Les formes d'onde de signaux de sortie ont été mesurées avec un oscilloscope numérique. Les formes d'onde de signal mesurées ont été analysées afin de déterminer le temps de déclin de la fluorescence. Les résultats sont reportés dans le tableau 1. Afin de déterminer le temps de déclin de la fluorescence, 0,8  $\mu$ s a été utilisé comme gamme pour l'analyse. Il a été vérifié que les composants de fluorescence des courtes longueurs d'onde présentent des temps de déclin plus courts.

30

Tableau 1 : caractéristiques du temps de déclin de la fluorescence en présence de filtres optiques ayant différentes gammes de longueurs d'onde de transmission

Filtre optique	Gamme de transmission	Temps de déclin (ns)
Aucun		362
FV026	380-420 nm	125
B370	350-450 nm	176
B390	350-470 nm	258
Y440	$\geq 440$ nm	418

Ainsi, dans l'exemple 1, le B370 laissant passer les longueurs d'onde inférieures à environ 450 nm a été utilisé en tant que filtre optique afin de raccourcir le temps de déclin de la fluorescence sans réduire excessivement son rendement.

5 Comme cela apparaît clairement d'après les formes d'onde de signal représentées sur la figure 3, le temps de déclin de la fluorescence était de 176 ns, une amélioration considérable par rapport à la valeur de 362 ns qui a été observée lorsque aucun filtre optique n'a été utilisé. La même expérience a été conduite avec le luminophore ZnS : Ag,Al et le temps de déclin était de 292 ns, une amélioration considérable par rapport

10 à la valeur de 421 ns qui a été observée lorsque aucun filtre optique n'a été utilisé.

### Exemple 2

Dans cet exemple, un détecteur de neutrons est décrit en se référant à la figure 4. Un mélange d'un luminophore ZnS : Ag,Cl avec un convertisseur de neutrons  $^6\text{LiF}$

15 a été utilisé en tant que scintillateur détectant les neutrons et le temps de déclin court du composant à courte longueur d'onde de la fluorescence du scintillateur a été utilisé afin d'améliorer les caractéristiques de comptage du détecteur.

Le détecteur de neutrons représenté sur la figure 4 comprend le mélange du luminophore ZnS : Ag,Cl avec le convertisseur de neutrons  $^6\text{LiF}$  en tant que

20 scintillateur détectant les neutrons qui est couplé au filtre optique B370 qui laisse passer les longueurs d'onde inférieures à environ 450 nm et qui est à son tour couplé à un tube photomultiplicateur (R647P de Hamamatsu Photonics K. K.).

La dépendance par rapport aux longueurs d'onde de la vie de la fluorescence de ZnS : Ag,Cl a été mesurée avec un circuit représenté sur la figure 2. Le

25 scintillateur détectant les neutrons a été préparé en mélangeant  $60 \text{ mg/cm}^2$  de ZnS :



Ag,Cl et 15 mg/cm<sup>2</sup> du convertisseur de neutrons <sup>6</sup>LiF avec un adhésif organique et en appliquant le mélange à une plaque d'aluminium. Après avoir installé le scintillateur détectant les neutrons, le détecteur a été irradié avec des neutrons thermiques à partir de Am-Li. Les formes d'onde de signal de la fluorescence émise par ZnS : Ag,Cl ont été mesurées avec un oscilloscope numérique. Dans l'exemple 2, le B370 laissant passer les longueurs d'onde inférieures à 450 nm a donc été utilisé en tant que filtre optique afin de raccourcir le temps de déclin de la fluorescence sans réduire excessivement son rendement. Comme cela ressort clairement au vu des formes d'onde de signal représentées sur la figure 5, le temps de déclin de la fluorescence était de 238 ns, une amélioration considérable par rapport à la valeur de 391 ns qui a été observée lorsque aucun filtre optique n'a été utilisé. Afin de déterminer la vie de la fluorescence, 0,8 μs a été utilisé comme gamme pour l'analyse.

### 15 Exemple 3

Dans cet exemple, un détecteur de particules qui utilise le luminophore ZnS : Ag,Cl en tant qu'élément détectant des particules et qui peut détecter les particules en les différenciant des rayons gamma est décrit en référence à la figure 6.

Le détecteur de particule représenté sur la figure 6 est capable de détecter des particules en les différenciant des rayons gamma et comprend du ZnS : Ag,Cl en tant qu'élément détectant des particules couplé au FV026 en tant que filtre optique laisse passer les longueurs d'onde inférieures à environ 420 nm et qui est à son tour couplé à un tube photomultiplicateur.

Une expérience a été menée afin de confirmer que le spectre des longueurs d'onde de la fluorescence de ZnS : Ag,Cl changeait entre les cas d'émission de particules alpha et de rayons gamma. Les particules alpha incidentes étaient celles de 5,4 MeV émise par Am-241 et les rayons gamma incidents étaient ceux de 60 keV qui étaient également émis par Am-241, mais dont on avait éliminé les effets des particules alpha au moyen d'une feuille mince déposée sur la surface de la source Am-241. Les résultats de l'expérience ont été transcrits sur la figure 7 ; les données ont été normalisées afin d'éliminer les différences dépendantes de l'énergie. Il a donc été confirmé que le composant de la fluorescence émise qui se situait dans la région

des longueurs d'onde courtes présentait un rendement de fluorescence plus faible en réponse aux rayons gamma qu'aux particules. La différence était particulièrement importante aux longueurs d'onde inférieures à 420 nm. C'est pourquoi le FV026 a été utilisé en tant que filtre optique dans l'exemple 3. La conception de l'exemple 3  
5 permet la détection de particules en les différenciant des rayons gamma.

#### Exemple 4

Dans cet exemple, un détecteur de neutrons, différenciés des rayons gamma, est décrit en se référant à la figure 8. Le détecteur utilise un mélange d'un  
10 luminophore ZnS : Ag,Cl avec un convertisseur de neutrons  ${}^6\text{LiF}$  en tant qu'élément détectant les neutrons.

Etant donné la nécessité de proposer une meilleure transmission, 20 mg/cm<sup>2</sup> de ZnS : Ag,Cl et 5 mg/cm<sup>2</sup> de  ${}^6\text{LiF}$  ont été mélangés avec un adhésif organique et le mélange a été appliqué à une plaque d'aluminium. Dans l'exemple 4, le FV206 a été  
15 utilisé en tant que filtre optique du fait que la différence de rendement de fluorescence était particulièrement importante aux longueurs d'onde inférieures à 420 nm. La conception de l'exemple 4 permet la détection de neutrons en les différenciant des rayons gamma.

#### Exemple 5

Dans cet exemple, un détecteur de particules est décrit en se référant à la figure 9. Il peut détecter indépendamment les composants de longues et courtes  
longueurs d'onde de la fluorescence émise par le luminophore ZnS : Ag,Cl tout en comptant simultanément les rayons gamma ou les faisceaux d'électrons du fait qu'ils  
25 sont différenciés des particules incidentes.

Le détecteur de particule représenté sur la figure 9 comprend le luminophore ZnS : Ag,Cl qui est couplé à un bloc de diffusion de la lumière qui diffuse la fluorescence de sorte qu'elle peut être détectée en deux sites, dont un site est équipé  
du filtre optique B370 qui laisse passer les longueurs d'onde inférieures à environ  
30 450 nm afin de détecter le composant à courte longueur d'onde et l'autre est équipé du filtre optique Y440 qui laisse passer les longueurs d'onde supérieures à environ 440 nm. Deux tubes photomultiplicateurs (R647P de Hamamatsu Photonics K. K.)

sont prévus derrière les filtres optiques respectifs et le rapport entre les signaux pour les composants de longues et de courtes longueurs d'onde est déterminé avec un circuit de division. Le signal de sortie est passé par des discriminateurs d'amplitude des impulsions ; du fait que les particules ont un rapport élevé et que les rayons gamma ont un rapport faible, les deux types de rayonnement peuvent être différenciés  
5 lors du comptage.

#### Exemple 6

Dans cet exemple, un détecteur de particules qui est caractérisé par  
10 l'utilisation d'une fibre convertissant les longueurs d'onde pour la sélection d'une région de longueurs d'onde de fluorescence particulière est décrit en référence à la figure 10.

Le détecteur de particules représenté sur la figure 10 utilise du ZnS : Ag,Cl en tant qu'élément détectant les particules qui est couplé au BCF-99-33, une fibre  
15 convertissant les longueurs d'onde fabriquée sur commande par Bicon, USA, qui présente une bande de longueurs d'onde d'absorption située entre 380 nm et 420 nm. Ainsi que représenté sur la figure 11, la région de courtes longueurs d'onde du spectre de fluorescence de ZnS : Ag,Cl possède une bonne conformité avec la région du spectre d'absorption de BCF-99-33, le détecteur de particules de l'exemple 6 subit  
20 des effets réduits des rayons gamma.

Il est entendu que l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation exposés ci-dessus et qui peut envisager d'autres modes et formes de réalisation, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Détecteur de particules à caractéristiques de comptage améliorées, qui utilise un luminophore de formule  $ZnS : Ag, X$  où  $X$  est le chlore  $Cl$  ou l'aluminium  $Al$ , et où la détection est effectuée en se fondant sur le fait que la composante de la fluorescence à courte longueur d'onde possède un temps de déclin court.

5

2. Détecteur de neutrons à caractéristiques de comptage améliorées, qui utilise un mélange d'un luminophore de formule  $ZnS : Ag, X$  où  $X$  est le chlore  $Cl$  ou l'aluminium  $Al$ , et où la détection est effectuée en se fondant sur le fait que la composante de la fluorescence à courte longueur d'onde possède un temps de déclin court, et d'un convertisseur de neutrons  ${}^6Li$  ou  ${}^{10}B$ .

10

3. Détecteur de particules pour la détection de particules en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons, qui utilise un luminophore de formule  $Zns : Ag, Cl$ , où la détection est effectuée en se fondant sur le fait que la composante de la fluorescence à courtes longueurs d'ondes émise par le luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  a un rendement de fluorescence en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons inférieur à , celui de la fluorescence en réponse aux particules.

15

4. Détecteur de neutrons qui utilise un mélange d'un luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  et d'un convertisseur de neutrons  ${}^6Li$  ou  ${}^{10}B$ , pour la détection de neutrons en les différenciant des rayons gamma ou des faisceaux d'électrons, où la détection est effectuée en se fondant sur le fait que le composant à courte longueur d'onde de la fluorescence émise par le phosphore  $ZnS : Ag, Cl$  a un rendement de fluorescence en réponse aux rayons gamma ou aux faisceaux d'électrons inférieur à celui de la fluorescence en réponse aux neutrons.

25

5. Détecteur de particules ou détecteur de neutrons selon la revendication 3 ou selon la revendication 4, où la détection des composantes à longues et à courtes longueurs d'onde de la fluorescence émise par le luminophore  $ZnS : Ag, Cl$  sont effectuées de

façon indépendante, ce qui permet de compter simultanément les rayons gamma ou les faisceaux d'électrons en les différenciant du rayonnement incident.

6. Détecteur de particules ou détecteur de neutrons selon l'une quelconque des  
5 revendications 1 à 5, utilisant une fibre convertissant les longueurs d'onde afin de sélectionner une région particulière de longueurs d'onde de fluorescence.

1/7

Fig. 1

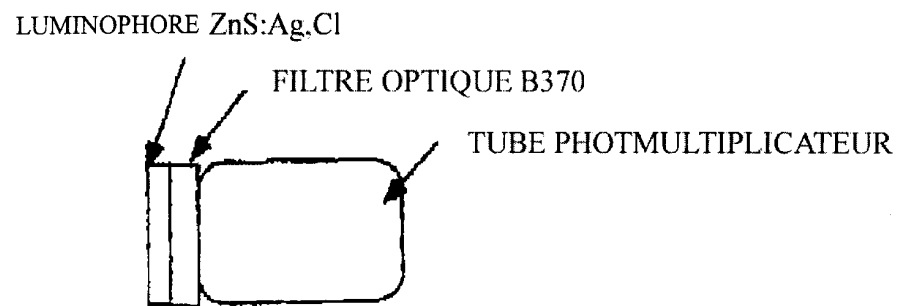
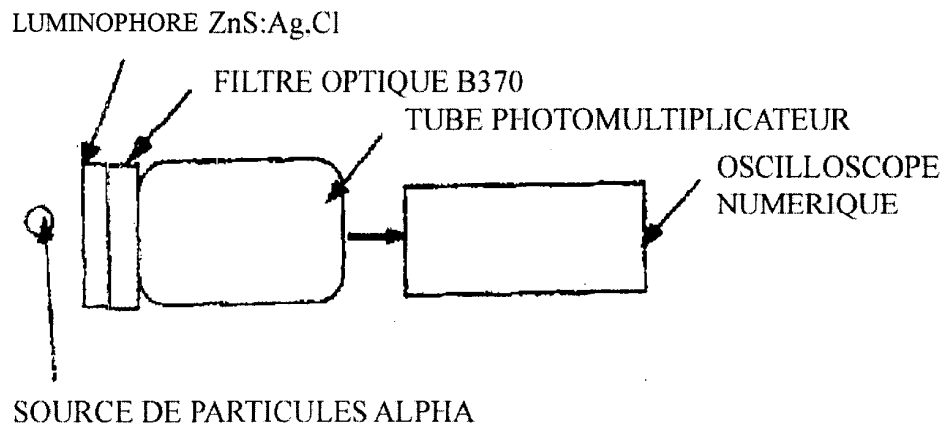
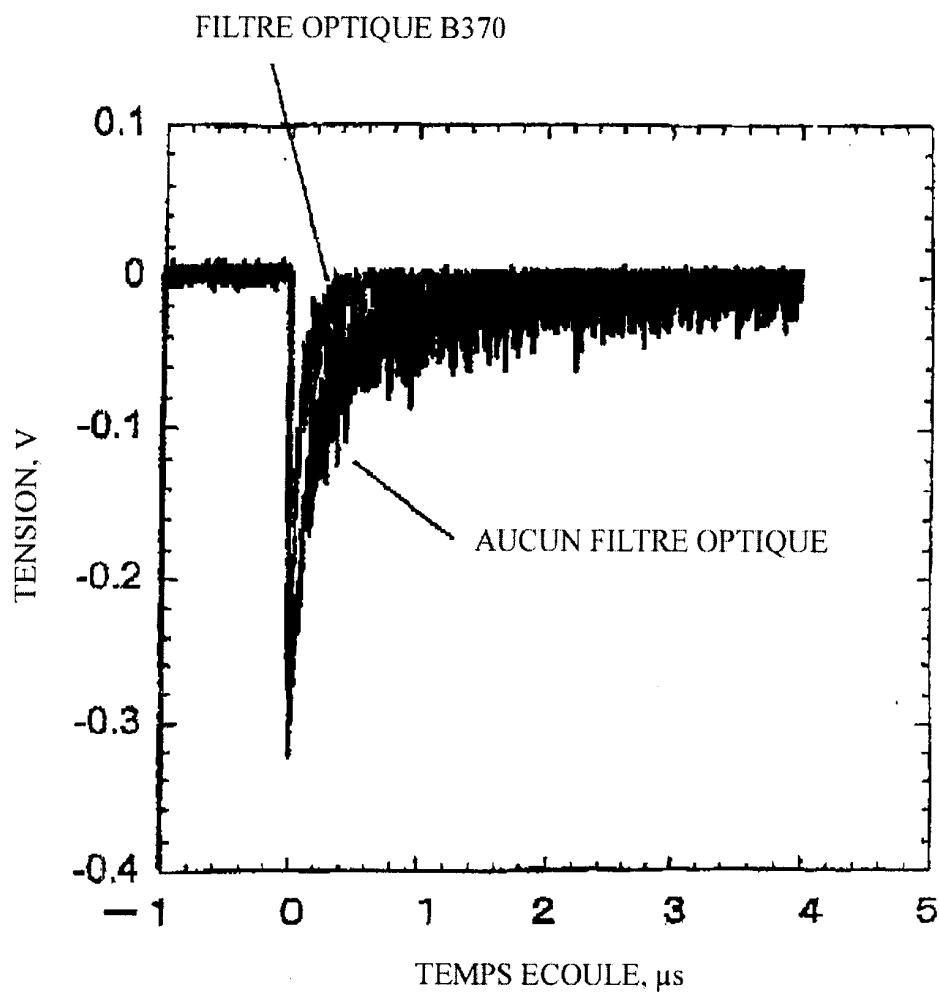


Fig. 2



2/7

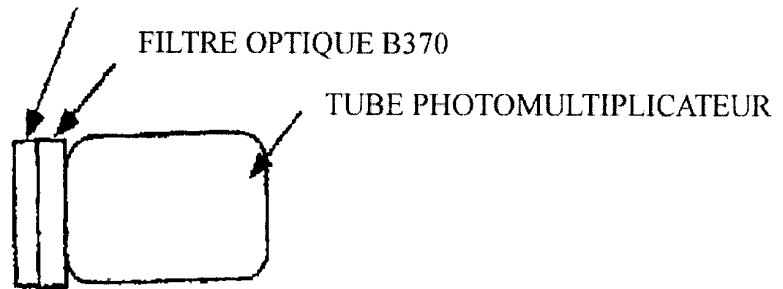
Fig. 3



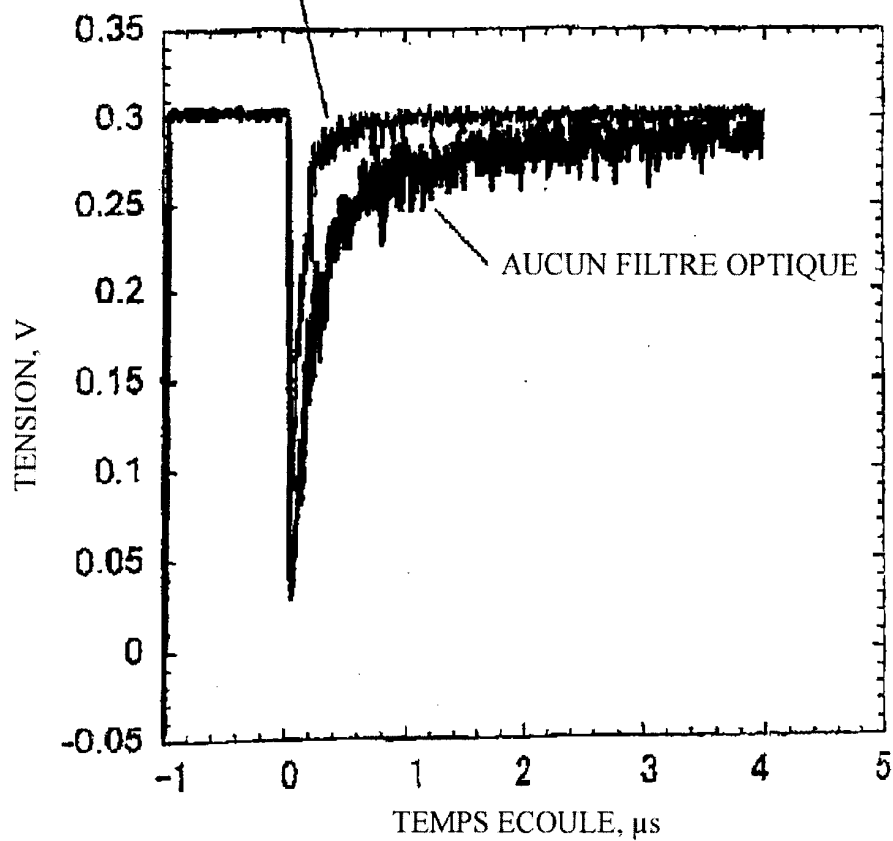
3/7

*Fig. 4*

LUMINOPHORE ZnS:Ag,Cl / 6LiF  
EN TANT QUE SCINTILLATEUR NEUTRONIQUE

*Fig. 5*

FILTRE OPTIQUE B370





4/7

Fig. 6

LUMINOPHORE ZnS:Ag,Cl  
EN TANT QUE SCINTILLATEUR NEUTRONIQUE

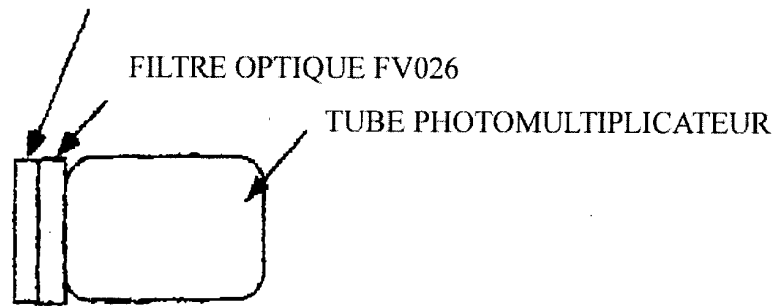
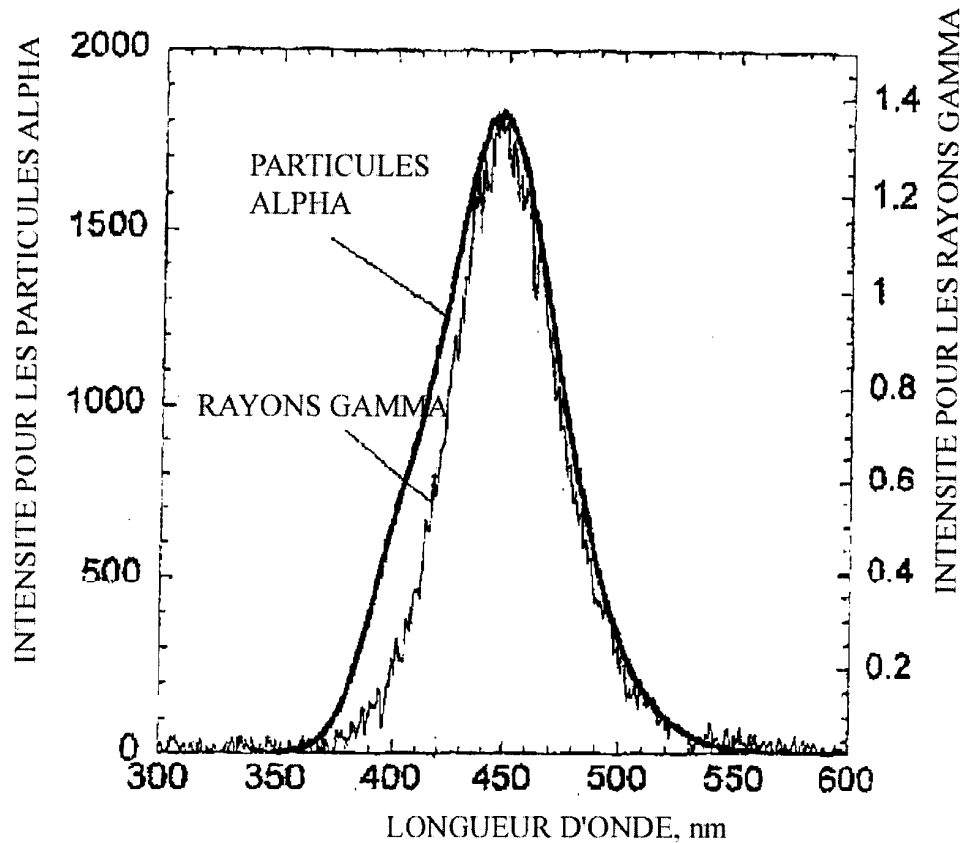


Fig. 7



5/7

Fig. 8

LUMINOPHORE ZnS:Ag/Cl/6LiF  
EN TANT QUE SCINTILLATEUR NEUTRONIQUE

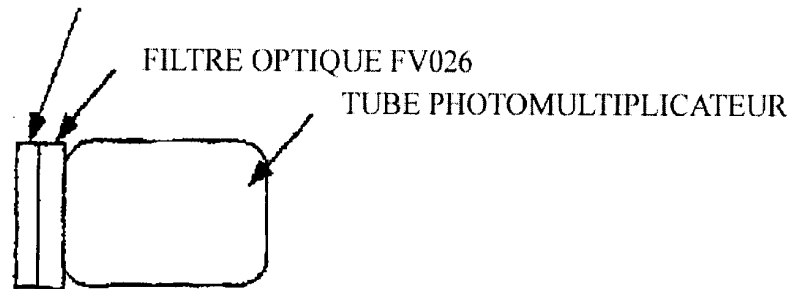
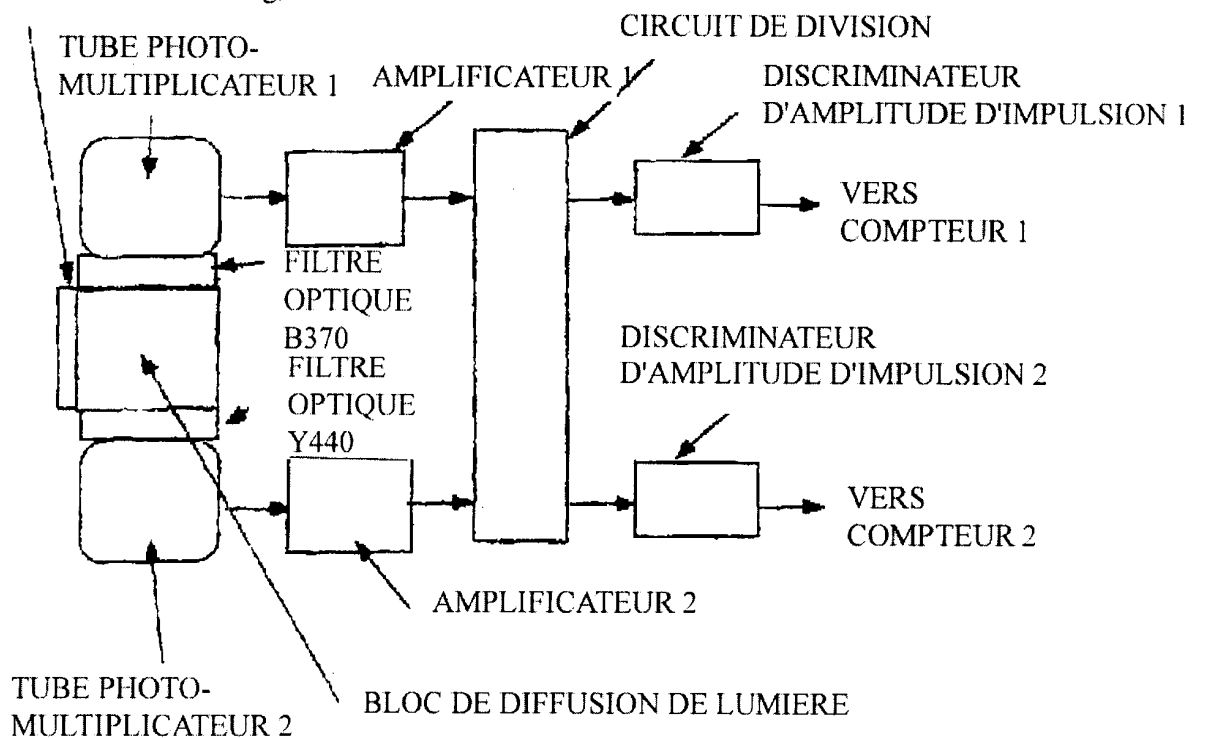


Fig. 9

LUMINOPHORE ZnS:Ag,Cl



6/7

Fig. 10

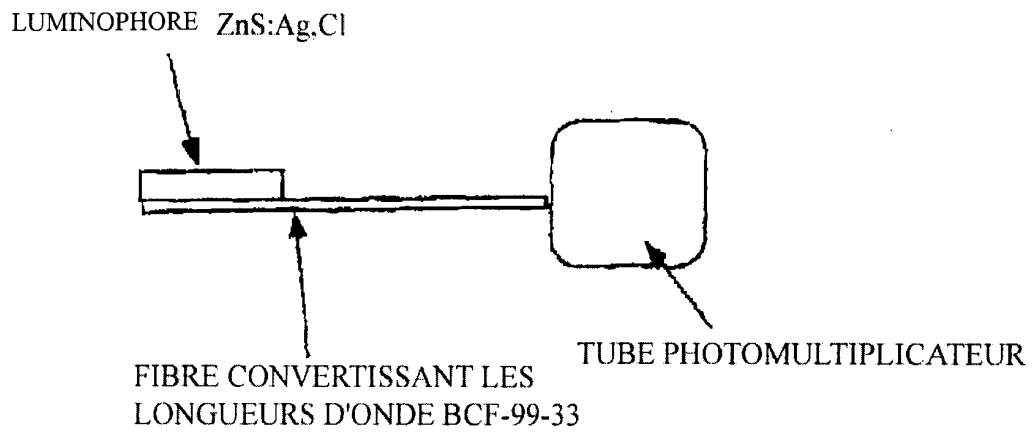
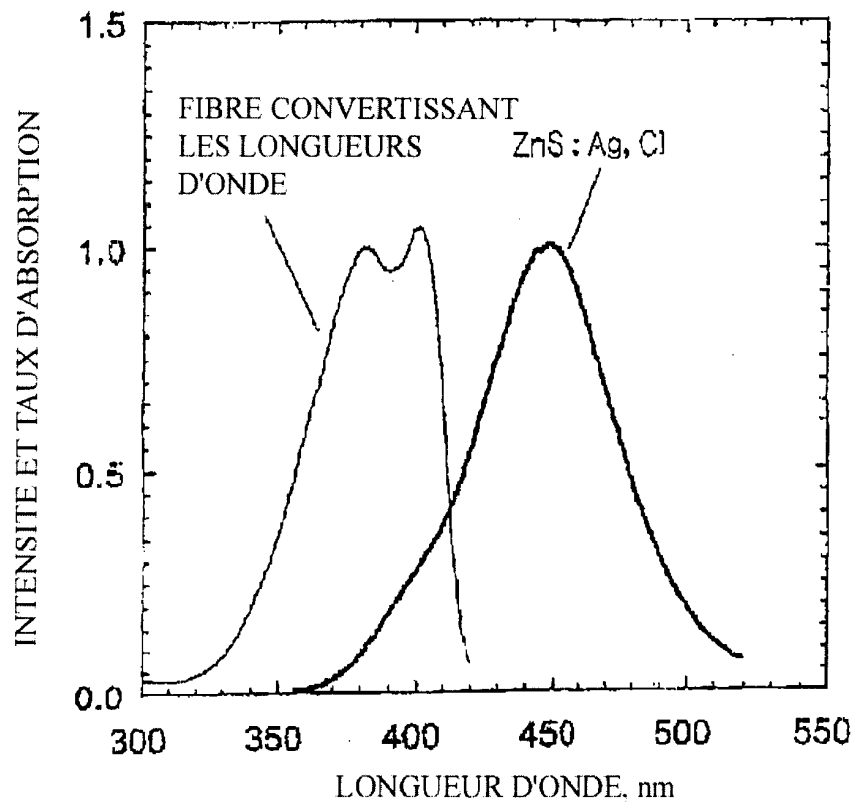


Fig. 11



7/7

Fig. 12

