



(43) Date de la publication internationale
8 décembre 2016 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/193323 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01T 7/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/062411

(22) Date de dépôt international :
1 juin 2016 (01.06.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
15 54929 1 juin 2015 (01.06.2015) FR

(71) Déposant : AREVA NP [FR/FR]; Tour AREVA 1, Place
Jean Millier, 92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeur : PINET, Dominique; 38 rue de St Exupery,
78500 Sartrouville (FR).

(74) Mandataires : BLOT, Philippe et al.; 2, place d'Estienne
d'Orves, 75009 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

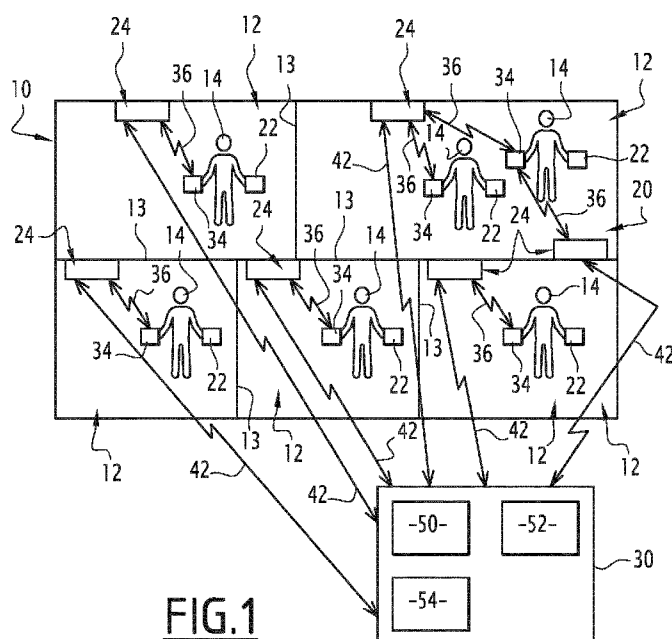
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SYSTEM AND METHOD FOR ESTIMATING RADIOACTIVITY IN EACH OF A PLURALITY OF REGIONS AND ASSOCIATED COMPUTER PROGRAM PRODUCT

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ D'ESTIMATION D'UNE RADIOACTIVITÉ EN CHACUNE D'UNE PLURALITÉ DE ZONES, PRODUIT PROGRAMME D'ORDINATEUR ASSOCIÉ



(57) Abstract : The invention relates to a system (20) for estimating radioactivity in each of a plurality of separate regions (12), which includes: a plurality of electronic modules (24) for monitoring the position of a plurality of operators (14) each transiting through one or more of said regions; a plurality of dosimeters (22), each being configured to measure in a cumulative manner the radioactive dose received in the region(s) through which a corresponding operator has transited, each dosimeter being intended for being carried by an operator while passing through the corresponding region(s); and an electronic device (30) for estimating radioactivity in each of said regions, the estimation device being configured to estimate radioactivity in each region, from said cumulative measurement of radioactive dose for the region(s) through which the corresponding operator has transited, and from a time spent in each region for each cumulative measurement taken.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Système et procédé d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones, produit programme d'ordinateur associé

Ce système (20) d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones distinctes (12) comprend : - plusieurs modules électroniques (24) de suivi de la position de plusieurs opérateurs (14) transitant chacun par une ou plusieurs desdites zones, - plusieurs dosimètres (22), chacun étant configuré pour mesurer de manière cumulative la dose radioactive reçue en la ou les zones par lesquelles un opérateur correspondant a transité, chaque dosimètre étant destiné à être porté par un opérateur respectif au cours de son passage à travers la ou les zones correspondantes; et - un dispositif électronique (30) d'estimation d'une radioactivité en chacune desdites zones, le dispositif d'estimation étant configuré pour estimer la radioactivité en chaque zone, à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir d'un temps passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

Système et procédé d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones, produit programme d'ordinateur associé

La présente invention concerne un système d'estimation d'une radioactivité en
5 chacune d'une pluralité de zones distinctes.

L'invention concerne également un procédé d'estimation de la radioactivité en
chacune de la pluralité de zones distinctes.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comportant
des instructions logicielles, qui lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettre en
10 œuvre un tel procédé d'estimation.

L'invention concerne le domaine de la mesure de la radioactivité en
environnement radioactif avec des zones distinctes ayant chacune une radioactivité
spécifique, notamment en environnement fermé avec des zones distinctes à l'intérieur
d'un bâtiment, tel qu'un bâtiment de réacteur nucléaire. L'invention concerne également la
15 mesure de la radioactivité en environnement ouvert où les zones distinctes, ou encore
disjointes, sont délimitées par des frontières fictives.

On connaît du document JP 61 250 578 A un système de mesure de radioactivité,
dans lequel un travailleur portant un dosimètre s'identifie à l'aide d'une carte
20 d'identification auprès d'un appareil de lecture lorsqu'il entre dans une zone de contrôle.
Lorsque la carte d'identification est insérée dans un port de lecture, un numéro
d'identification du travailleur est transmis à un calculateur, et lorsque le dosimètre est
inséré dans un autre port, un identifiant du dosimètre est transmis audit calculateur. Ainsi,
lorsque le travailleur entre dans une zone de travail, une date d'entrée est enregistrée par
25 le calculateur, et lorsque le travailleur sort de la zone de travail, une date de sortie est
également enregistrée par le calculateur. Pour déterminer la dose reçue dans ladite zone
de travail, la différence entre la dose accumulée à la date de sortie et celle accumulée à la
date d'entrée est ensuite calculée.

Toutefois, un tel système nécessite que le travailleur s'identifie systématiquement
30 à chaque fois qu'il entre dans une zone de travail ou qu'il sort d'une zone de travail.

On connaît également du document EP 0 487 432 B1 un dosimètre composé d'un
premier sous-ensemble à microprocesseur pour mesurer une dose radioactive absorbée
et pour générer des données d'identification, et d'un second sous-ensemble comportant
un dispositif de transmission des informations issues du premier sous-ensemble à
35 destination d'un dispositif de lecture placé en un accès de zone. Le dispositif de lecture

comporte alors des moyens de traitement des informations de mesure et d'identification qui lui sont transmises par chaque dosimètre.

Toutefois, ceci nécessite que chaque zone soit équipée d'un tel dispositif de lecture et que le dosimètre soit relié à chaque fois au dispositif de lecture associé à la zone dans laquelle entre un opérateur.

Le but de l'invention est donc de proposer un système et un procédé d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones distinctes, permettant d'évaluer plus facilement la réactivité dans chacune des zones.

A cet effet, l'invention a pour objet un système d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones distinctes, le système comprenant :

- plusieurs modules électroniques de suivi de la position de plusieurs opérateurs transitant chacun par une ou plusieurs desdites zones,

- plusieurs dosimètres, chacun étant configuré pour mesurer de manière cumulative la dose radioactive reçue en la ou les zones par lesquelles un opérateur correspondant a transité,

chaque dosimètre étant destiné à être porté par un opérateur respectif au cours de son passage à travers la ou les zones correspondantes ; et

- un dispositif électronique d'estimation d'une radioactivité en chacune desdites zones, le dispositif d'estimation étant configuré pour estimer la radioactivité en chaque zone, à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir d'un temps passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

Le système d'estimation permet alors d'estimer la radioactivité en chacune des zones à partir des différentes mesures cumulatives de dose radioactive effectuées par les différents dosimètres, c'est-à-dire pour chacun des opérateurs transitant à travers les différentes zones, et à partir du temps passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

Le fait d'estimer ces radioactivités dans chacune des zones à partir des mesures cumulatives effectuées sur chacun des parcours, également appelées doses radioactives cumulées mesurées, facilite grandement l'estimation desdites radioactivités, puisque celle-ci est effectuée à la fin des différents parcours des opérateurs à travers les différentes zones, sans nécessiter qu'une mesure de radioactivité soit faite à chaque entrée et/ou à chaque sortie de zone.

Ce système d'estimation selon l'invention permet également de s'affranchir de l'utilisation d'un radiamètre, voire d'un module de transmission de données entre le radiamètre et un dispositif de supervision.

Ce système d'estimation permet en outre d'avoir une indication des temps passés dans les différentes zones, et alors par exemple de mieux estimer les temps associés aux différentes tâches d'une opération, telle qu'une opération de maintenance, et également de faire une prédiction de la dose radioactive susceptible d'être reçue au cours d'une tâche future.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le système d'estimation comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif d'estimation est configuré pour estimer la radioactivité en chaque zone, en résolvant un système linéaire à P équations et N inconnues, où chaque inconnue correspond à la radioactivité dans une zone respective et chaque équation correspond à la dose cumulée mesurée pour une ou plusieurs zones par un dosimètre respectif ;

- le système linéaire d'équations vérifie :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,1} = DT_1 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,j} = DT_j \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,P} = DT_P \end{array} \right.$$

où DT_j représente la mesure cumulative de dose radioactive pour le dosimètre d'indice j,

D_i est la radioactivité à estimer, pour la zone d'indice i,

$T_{i,j}$ est un temps passé dans la zone d'indice i pour le dosimètre d'indice j,

N représente le nombre de zones, et

P représente le nombre de dosimètres ;

- le dispositif d'estimation est configuré pour estimer les radioactivités dans lesdites zones, en l'absence d'une transmission de la mesure effectuée par le dosimètre en un point intermédiaire du chemin suivi par l'opérateur ;

- le nombre de dosimètres est supérieur ou égal au nombre de zones ;

- chaque module de suivi de position comporte :

+ une unité radioélectrique de communication avec au moins une étiquette radioélectrique, chaque étiquette radioélectrique étant associée à un opérateur correspondant,

+ une unité de lecture d'un ou plusieurs identifiants, chaque identifiant étant unique pour l'étiquette associée, et

+ une unité de transmission du ou des identifiants lus à un équipement distant, pour le calcul, par ledit équipement, de la position de chaque étiquette associée à chaque identifiant lu ;

- chaque module de suivi de position est fixe et associé à une zone correspondante ; et

- chaque module de suivi de position est associé à un opérateur donné, et est destiné à être porté par ledit opérateur au cours de son passage à travers la ou les zones correspondantes.

L'invention a également pour objet un procédé d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones distinctes, dans lequel le procédé comprend les étapes suivantes :

- acquisition du suivi de la position de plusieurs opérateurs, chacun transitant par une ou plusieurs desdites zones,

- acquisition d'une mesure cumulative de la dose radioactive reçue par chacun des opérateurs, ladite mesure étant effectuée en la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et

- estimation d'une radioactivité en chacune des zones, à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir du temps passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

L'invention a également pour objet un produit programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles, qui lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre un procédé d'estimation tel que défini ci-dessus.

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système, selon un premier mode de réalisation de l'invention, d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones distinctes, le système comprenant plusieurs modules de suivi de la

position de plusieurs opérateurs à travers les différentes zones, plusieurs dosimètres, et un dispositif électronique d'estimation d'une radioactivité en chacune desdites zones,

- la figure 2 est une représentation schématique d'un module de suivi de position de la figure 1,

5 - la figure 3 est un organigramme d'un procédé, selon l'invention, d'estimation d'une radioactivité en chacune d'une pluralité de zones,

- la figure 4 est une vue analogue à celle de la figure 1, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, et

10 - la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 1, selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1, un environnement 10 comprend N zones 12, distinctes les unes des autres et délimitées par des frontières 13. Le nombre N de zones 12 est un nombre entier supérieur ou égal à 2.

15 Dans l'exemple de la figure 1, l'environnement 10 est un environnement fermé, tel qu'un ou plusieurs bâtiments où les frontières 13 sont par exemple en forme de cloisons ou parois, en particulier un ou plusieurs bâtiments de réacteur nucléaire. L'homme du métier notera néanmoins qu'une même pièce cloisonnée d'un bâtiment est susceptible de correspondre à une ou plusieurs zones 12. Lorsqu'une même pièce correspond à
20 plusieurs zones 12, certaines frontières 13 de ces zones sont alors fictives, et ne sont pas en forme de cloisons ou parois.

Chaque zone 12 a une radioactivité D_i spécifique, où i représente un indice associé à ladite zone. L'indice i est alors un nombre entier compris entre 1 et N inclus, et variant d'une zone à l'autre.

25 Chaque radioactivité D_i correspond à une quantité de dose radioactive émise par unité de temps. Chaque radioactivité D_i est, par exemple, exprimée en mSv.h^{-1} ; la quantité de dose radioactive émise étant alors exprimée en mSv et l'unité de temps en heure.

30 Dans l'exemple de la figure 1, chaque zone 12 correspond à une zone fermée du bâtiment, c'est-à-dire à un espace clos ou un volume clos.

En variante, chaque zone 12 correspond à une zone ouverte, délimitée par des frontières 13 fictives, l'environnement 10 étant alors un environnement ouvert, comme cela sera décrit plus en détail par la suite en regard de la figure 5.

35 De manière générale, chaque zone 12 correspond à une zone géographique donnée à l'intérieur de laquelle la radioactivité est considérée comme constante pour une période de temps donnée. La période de temps pendant laquelle chaque radioactivité D_i

est considérée comme constante dans la zone respective est de préférence supérieure ou égale à la durée au cours de laquelle l'estimation des radioactivités D_i est effectuée.

Chaque zone 12 a une superficie et un volume prédéfinis, la superficie et le volume étant, par exemple, variables d'une zone à l'autre.

5 Plusieurs opérateurs 14 se déplacent à travers les différentes zones 12, chacun transitant par une ou plusieurs desdites zones 12.

Un système d'estimation 20 permet alors d'estimer la radioactivité D_i en chaque zone 12 d'indice i . Le système d'estimation 20 comprend P dosimètres 22, chacun étant associé à un opérateur 14 et adapté pour mesurer une dose radioactive cumulée DT_j reçue par l'opérateur tout au long de son parcours à travers la ou les zones 12, où j représente un indice associé audit dosimètre 22. L'indice j est alors un nombre entier compris entre 1 et P inclus, et variant d'un dosimètre à l'autre.

Le nombre P de dosimètres 22 est un nombre entier supérieur ou égal à 2. Le nombre P est de préférence supérieur ou égal au nombre N de zones 12.

15 Le système d'estimation 20 comprend plusieurs modules électroniques 24 de suivi de la position des opérateurs 14 transitant chacun par une ou plusieurs desdites zones 12.

Le système d'estimation 20 comprend également un dispositif électronique 30 d'estimation de la radioactivité D_i en chaque zone 12 d'indice i , à partir de chaque dose radioactive cumulée DT_j mesurée par les dosimètres 22 et à partir d'un temps T_{ij} passé dans chaque zone 12 pour chaque mesure cumulative de dose radioactive.

Chaque dosimètre 22 est connu en soi, et est destiné à être porté par un opérateur 14 respectif, tout au long de son passage à travers la ou les zones 12 correspondantes.

25 Chaque dosimètre 22 est configuré pour mesurer la dose radioactive cumulée DT_j reçue par l'opérateur 14 le long du trajet de l'opérateur 14 correspondant, c'est-à-dire est configuré pour mesurer de manière cumulative la dose radioactive DT_j reçue en la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant 14 a transité.

L'ensemble des modules de suivi de position 24 est configuré pour suivre les positions des différents opérateurs 14 à travers les zones distinctes 12, notamment pour 30 déterminer, pour chaque opérateur 14, la ou les zones successives à travers lesquelles il a transité.

Dans l'exemple de la figure 2, chaque module de suivi de position 24 comporte une unité radioélectrique 32 de communication avec au moins une étiquette radioélectrique 34 via une première liaison de données 36, chaque étiquette radioélectrique 34 étant associée à un opérateur 14 correspondant. Chaque module de 35 suivi de position 24 comporte également une unité 38 de lecture d'un ou plusieurs

identifiants, chaque identifiant étant unique pour l'étiquette 34 associée, et une unité 40 de transmission, via une deuxième liaison de données 42, du ou des identifiants lus à un équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, pour le calcul, par ledit équipement, de la position de chaque étiquette 34 associée à chaque identifiant lu.

5 L'identifiant est, par exemple, l'adresse MAC de l'étiquette radioélectrique 34 associée. L'unité de lecture 38 est en outre configurée pour horodater chaque lecture d'identifiant effectuée, c'est-à-dire pour horodater chaque détection d'opérateur 14, puis pour transmettre régulièrement à l'équipement distant, via l'unité de transmission 40, un fichier contenant la succession des identifiants lus, permettant ainsi de déterminer la succession
10 des identifications d'opérateur effectuées.

En complément facultatif, l'unité radioélectrique de communication 32 est configurée pour mesurer une puissance ou un temps de vol du signal reçu de la part de l'étiquette radioélectrique 34, et pour stocker, dans le fichier décrit ci-dessus, la valeur de la puissance ou du temps de vol mesuré avec l'identifiant lu associé. Cette mesure de la
15 puissance ou du temps de vol du signal reçu permet alors de déterminer avec une meilleure précision dans quelle zone 12 se trouve un opérateur 14 dans l'hypothèse où l'étiquette 34 associée à l'opérateur serait détectée par au moins deux modules de suivi de position 24 distincts. Cette mesure de la puissance ou du temps de vol du signal reçu permet également d'avoir un même module de suivi de position 24 pour plusieurs zones
20 12, notamment lorsqu'une même pièce du bâtiment correspond à plusieurs zones 12, et par exemple d'avoir un module de suivi de position 24 par pièce dans ce cas.

Dans l'exemple de la figure 1, selon un premier mode de réalisation, chaque module de suivi de position 24 est fixe, et à chaque zone 12 est associé au moins un module de suivi de position 24, l'étiquette radioélectrique 34 étant mobile et associé à
25 l'opérateur 14 correspondant. Dans l'exemple de la figure 1, plusieurs modules de suivi de position 24 sont associés à l'une des zones 12. Autrement dit, la position de chaque module de suivi de position 24 est prédéfinie et constante au cours de l'estimation de la radioactivité, dans l'exemple de la figure 1. Le système d'estimation 20 comprend alors au moins N modules de suivi de position 24.

30 Le dispositif d'estimation 30 est configuré pour estimer la radioactivité D_i en chaque zone d'indice i , à partir des doses radioactives cumulées DT_j mesurées par les différents dosimètres 22, c'est-à-dire à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive pour la ou les zones 12 par lesquelles l'opérateur correspondant 14 a transité et ce pour chacun des opérateurs 14, et à partir du temps passé T_{ij} dans chaque zone 12
35 d'indice i pour chaque mesure cumulative effectuée par chaque dosimètre d'indice j .

Le dispositif d'estimation 30 est de préférence configuré pour estimer les radioactivités D_i , en résolvant un système linéaire à P équations et N inconnues, où P est le nombre de dosimètres 22 et N le nombre de zones 12, où chaque inconnue correspond à la radioactivité D_i dans une zone 12 respective d'indice i et chaque équation correspond à la dose radioactive cumulée DT_j mesurée par le dosimètre 22 d'indice j .

Le dispositif d'estimation 30, visible sur la figure 1, comporte un premier module 50 d'acquisition du suivi de la position de plusieurs opérateurs 14, chacun transitant par une ou plusieurs des zones 12, un deuxième module 52 d'acquisition des doses radioactives cumulées DT_j mesurées par les dosimètres 22, et un module 54 de calcul de la radioactivité D_i en chaque zone 12.

Le dispositif d'estimation 30 est alors configuré pour estimer les radioactivités D_i dans les zones 12, en l'absence d'une transmission de la mesure effectuée par chaque dosimètre 22 en un point intermédiaire du chemin suivi par l'opérateur 14. Autrement dit, le dispositif d'estimation 30 est configuré pour estimer les radioactivités D_i seulement à partir des doses radioactives cumulées DT_j mesurées à la fin de chaque trajet, suivi par un opérateur 14 correspondant à travers la ou les zones 12.

En complément facultatif, le dispositif d'estimation 30 est en outre configuré pour calculer régulièrement pour chaque opérateur 14 une estimation de la dose radioactive cumulée depuis un instant initial prédéfini jusqu'à un instant courant, en fonction de radioactivités précédemment estimées pour chacune des zones 12 et des temps passés T_{ij} calculés depuis cet instant initial pour les zones 12 par lesquelles l'opérateur 14 concerné a transité. Les radioactivités précédemment estimées sont des radioactivités estimées avant l'instant initial, par exemple la veille du jour courant au cours duquel cette estimation de dose radioactive cumulée est calculée. L'homme du métier notera que cette estimation de dose radioactive cumulée est d'autant plus précise que les variations entre les radioactivités précédemment estimées et les radioactivités courantes sont faibles pour les zones 12 concernées.

Ceci permet ainsi de fournir régulièrement à chaque opérateur 14, via la deuxième liaison de données 42 qui est alors bidirectionnelle, cette estimation de dose radioactive cumulée lorsque le dosimètre 22 n'est pas apte à fournir une telle mesure de dose radioactive cumulée en temps réel, mais seulement en fin de parcours. En variante ou en complément, ceci permet de générer une alerte à destination de l'opérateur 14 en cas de dépassement d'un seuil prédéfini de dose radioactive, ce seuil étant par exemple journalier ou hebdomadaire.

La première liaison de données 36 entre le module de suivi 24 et l'étiquette radioélectrique 34 correspondante est une liaison radioélectrique, par exemple conforme

à la norme IEEE 802.15.1, également appelée norme Bluetooth, de préférence encore conforme à la norme Bluetooth Low Energy, également appelée BLE ou encore Bluetooth 4.0. L'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors conformes à la norme IEEE 802.15.1, de préférence encore à la norme BLE.

5 En variante, la première liaison de données 16 est conforme à la norme IEEE 802.11, également appelée norme Wi-Fi, et l'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors conformes à cette norme IEEE 802.11.

10 En variante encore, la première liaison de données 16 est de type RFID, l'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 étant alors de type RFID.

15 En variante encore, la première liaison de données 16 est une liaison LPWAN (de l'anglais *Low Power Wide Area Network*), de préférence à 2,4 GHz à plus ou moins 10%. L'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors de type LPWAN. Une telle liaison LPWAN présente l'avantage d'engendrer une faible consommation électrique de l'unité radioélectrique de communication 32 et de l'étiquette radioélectrique 34.

20 La deuxième liaison de données 42 entre le module de suivi 24 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, est de préférence une liaison radioélectrique, de préférence encore une liaison radioélectrique sub-GHz, typiquement à environ 870 MHz à plus ou moins 10%, permettant une communication à longue distance ou à haute pénétration dans le béton. L'unité de transmission 40 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, sont alors de type sub-GHz.

25 En variante, la deuxième liaison de données 42 est une liaison radioélectrique à bande ultra-étroite, également appelée liaison UNB (de l'anglais *Ultra-Narrow Band*), la bande de fréquence de cette liaison présentant une largeur inférieure à 125 kHz. L'unité de transmission 40 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, sont alors de type UNB.

30 En variante, la deuxième liaison de données 42 est conforme à la norme IEEE 802.11. L'unité de transmission 40 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, sont alors conformes à la norme IEEE 802.11.

 En variante encore, la deuxième liaison de données 42 est une liaison filaire.

 La deuxième liaison de données 42 est par exemple monodirectionnelle, depuis le module de suivi 24 vers l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, pour la transmission du ou des identifiants lus à l'équipement distant.

35 En variante, la deuxième liaison de données 42 est bidirectionnelle, pour permettre en outre une communication depuis l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation

30, vers le module de suivi 24, pour envoyer par exemple un signal d'alerte vers le module de suivi 24 à destination finale de l'opérateur. Le signal d'alerte envoyé à l'opérateur 14 correspond alors par exemple à une alerte de dépassement du seuil prédéfini de dose radioactive, comme décrit précédemment, ou à une alarme générale, telle qu'une alarme incendie, une alarme d'accident radiologique, ou encore à une alarme de position pour alerter l'opérateur 14 s'il entre dans une zone interdite ou pour alerter si un objet sort d'une zone protégée.

Le premier module d'acquisition 50, le deuxième module d'acquisition 52 et le module de calcul 54 sont par exemple réalisés chacun sous forme d'une application logicielle, stockée chacune dans une mémoire d'une unité de traitement d'informations, non représentées, et apte à être exécutée chacune par un processeur, non représenté, de l'unité de traitement d'informations. L'ensemble de ces applications logicielles forme alors un produit programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles, qui lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre le procédé d'estimation selon l'invention, qui sera décrit plus en détail par la suite en regard de la figure 3.

En variante, le premier module d'acquisition 50, le deuxième module d'acquisition 52 et le module de calcul 54 sont réalisés chacun sous forme d'un ou plusieurs composants logiques programmables, tels qu'un ou plusieurs FPGA (de l'anglais *Field Programmable Gate Array*), ou encore sous forme d'un ou plusieurs circuits intégrés dédiés, tels qu'un ou plusieurs ASIC (de l'anglais *Application Specific Integrated Circuit*).

Le premier module d'acquisition 50 est configuré pour acquérir successivement les positions des opérateurs 14, chacun transitant par une ou plusieurs des zones 12. Le premier module d'acquisition 50 est en particulier configuré pour déterminer la ou les zones 12 par lesquelles est passé chaque dosimètre 22 respectif, et en déduire le temps passé T_{ij} dans chaque zone d'indice i pour chaque dosimètre d'indice j .

En complément, dans l'exemple de la figure 1, lorsque le module de suivi de position 24 ne transmet pas directement la position de chaque dosimètre 22 associé à un opérateur 14 respectif, et transmet seulement l'identifiant lu de l'étiquette 34 associée à l'opérateur 14 correspondant, et donc au dosimètre 22 correspondant, le premier module d'acquisition 50 est en outre adapté pour calculer la position de chaque étiquette 34.

Le deuxième module d'acquisition 52 est configuré pour acquérir chaque dose radioactive cumulée DT_j mesurée par chaque dosimètre 22_j. Chaque dose radioactive cumulée DT_j est par exemple exprimée en mSv.

Le module de calcul 54 est relié au premier et au deuxième modules d'acquisition 50, 52, et est configuré pour estimer la radioactivité D_i en chaque zone d'indice i , à partir de chaque dose radioactive cumulée DT_j et à partir du temps passé T_{ij} dans chaque

zone d'indice i pour chaque dosimètre d'indice j . Le module de calcul 54 est de préférence configuré pour estimer la radioactivité D_i en chaque zone d'indice i , en résolvant un système linéaire à P équations et N inconnues, vérifiant par exemple :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,1} = DT_1 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,j} = DT_j \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,P} = DT_P \end{cases}$$

5 où, comme indiqué précédemment, DT_j représente la dose radioactive cumulée mesurée par le dosimètre d'indice j ,

l'indice j varie entre 1 et P inclus,

D_i est la radioactivité à estimer pour la zone d'indice i ,

$T_{i,j}$ est un temps passé dans la zone d'indice i pour le dosimètre d'indice j ,

10 N représente le nombre de zones 12, et

P représente le nombre de dosimètres 22.

La résolution du système linéaire à P équations et N inconnues est effectuée en mettant en œuvre une méthode mathématique connue en soi, par exemple une inversion de matrice.

15

Le fonctionnement du système d'estimation 20 selon l'invention va être à présent décrit à l'aide de la figure 3 représentant un organigramme du procédé d'estimation selon l'invention.

20 Lors d'une étape 100, le premier module d'acquisition 50 acquiert successivement, ou bien à la fin de chaque trajet d'un opérateur 14 correspondant, la position des différents opérateurs 14 à travers les différentes zones 12, chacun transitant par une ou plusieurs desdites zones 12, notamment pour déterminer le temps passé $T_{i,j}$ dans chaque zone d'indice i pour chaque dosimètre d'indice j .

25 Lors d'une étape 110, effectuée par exemple à la fin de chaque trajet d'un opérateur 14 correspondant, le deuxième module d'acquisition 52 acquiert pour chaque dosimètre 22 d'indice j , la dose radioactive cumulée DT_j par ledit dosimètre, c'est-à-dire la mesure cumulative de doses radioactives reçues par l'opérateur 14 associé audit dosimètre 22 et effectuée en la ou les zones 12 par lesquelles ledit opérateur 14 a transité.

Lors de l'étape suivante 120, le module de calcul 54 estime alors pour chaque zone d'indice i , la radioactivité D_i à partir de chaque mesure cumulative de doses radioactives DT_j pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir du temps T_{ij} passé dans chaque zone d'indice i pour chaque mesure cumulative effectuée par le dosimètre d'indice j .

L'homme du métier comprendra alors que le système d'estimation 20 permet d'estimer la radioactivité D_i pour chaque zone 12 dans laquelle au moins un opérateur 14 a transité.

Ainsi, le système d'estimation 20 selon l'invention permet d'estimer facilement la radioactivité D_i en chaque zone 12 à partir des doses radioactives cumulées DT_j mesurées par les différents dosimètres 22, sans avoir à transmettre de mesures intermédiaires des dosimètres 22 au cours du trajet suivi par l'opérateur 14.

Le système d'estimation 20 selon l'invention permet également de déterminer la ou les différentes zones à travers lesquelles un opérateur donné a transité, ainsi que le temps passé dans chaque zone, ce qui permet de mieux estimer les temps associés à différentes tâches, par exemple dans le cadre d'une opération de maintenance.

En outre, une telle estimation est facile à mettre en œuvre, puisqu'elle consiste par exemple simplement en la résolution d'un système linéaire à P équations et N inconnues, N étant le nombre de zones 12, et P étant le nombre de dosimètres 22.

Le nombre P de dosimètres 22 est par ailleurs de préférence supérieur ou égal au nombre N de zones 12 afin de garantir l'existence d'une solution pour chaque inconnue dans la résolution du système linéaire à P équations et N inconnues.

La figure 4 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments identiques à ceux du premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau.

Selon ce deuxième mode de réalisation, l'environnement 10 est également un environnement fermé, tel que le bâtiment décrit précédemment, où les frontières 13 sont en forme de cloison ou paroi. Chaque zone 12 correspond alors également à une zone fermée dudit bâtiment.

Selon ce deuxième mode de réalisation, chaque module de suivi de position 24 est associé à un opérateur 14 donné, et est destiné à être porté par ledit opérateur 14 au cours de son passage à travers la ou les zones 12 correspondantes. Le système d'estimation 20 comprend alors P modules de suivi de position 24.

Autrement dit, chaque module de suivi 24 est mobile, et l'étiquette radioélectrique 34 est alors fixe avec une position prédéfinie.

Dans l'exemple de la figure 4, au moins une étiquette radioélectrique 34 est prévue pour chaque zone 12, l'étiquette radioélectrique 34 étant par exemple solidaire d'une paroi du bâtiment formant une frontière 13 correspondante. Dans l'exemple de la figure 4, plusieurs étiquettes radioélectriques 34 sont associées à l'une des zones 12.

5 Selon ce deuxième mode de réalisation, la première liaison de données 36 entre le module de suivi 24 et l'étiquette radioélectrique 34 correspondante est également une liaison radioélectrique, par exemple conforme à la norme IEEE 802.15.1, également appelée norme Bluetooth, de préférence encore conforme à la norme Bluetooth Low Energy, également appelée BLE ou encore Bluetooth 4.0. L'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors également conformes à la 10 norme IEEE 802.15.1, de préférence encore à la norme BLE.

En variante, la première liaison de données 36 est conforme à la norme IEEE 802.11, également appelée norme Wi-Fi, et l'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors également conformes à cette norme IEEE 802.11.

15 En variante encore, la première liaison de données 36 est de type RFID, et l'unité radioélectrique de communication 32 et l'étiquette radioélectrique 34 sont alors également de type RFID.

Selon ce deuxième mode de réalisation, chaque module de suivi de position 24 n'est pas directement relié au dispositif d'estimation 30, et les deuxièmes liaisons de données ne sont alors pas présentes. Pour la transmission de la position des opérateurs 20 14 à l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, chaque étiquette radioélectrique 34 est alors reliée, via une troisième liaison de données 200, à cet équipement distant.

25 Chaque troisième liaison de données 200 est de préférence une liaison radioélectrique, de préférence encore une liaison radioélectrique à longue distance, telle qu'une liaison radioélectrique à bande ultra-étroite, également appelée liaison UNB, la bande de fréquence de cette liaison présentant une largeur inférieure à 125 kHz. Chaque étiquette radioélectrique 34 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, sont alors de type UNB.

30 En variante, la troisième liaison de données 200 est conforme à la norme IEEE 802.11. Chaque étiquette radioélectrique 34 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, sont alors conformes à la norme IEEE 802.11.

En variante encore, la troisième liaison de données 200 est une liaison filaire.

35 Le fonctionnement du système d'estimation 20 selon ce deuxième mode de réalisation est analogue à celui décrit précédemment pour le premier mode de réalisation, et n'est pas décrit à nouveau.

Les avantages du système d'estimation 20 selon ce deuxième mode de réalisation sont analogues à ceux décrits pour le premier mode de réalisation, et ne sont pas décrits à nouveau.

5 La figure 5, illustre un troisième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments identiques à ceux du premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau.

10 Selon ce troisième mode de réalisation, l'environnement 10 est un environnement ouvert, où les frontières 13 entre les différentes zones 12 sont des frontières virtuelles, représentées en traits pointillés à la figure 5.

Chaque zone 12 a une radioactivité D_i spécifique. Chaque zone 12 correspond à une zone ouverte, délimitée par des frontières 13 fictives, tout en ayant une superficie et un volume prédéfinis, une limite géographique connue et prédéfinie correspondant à chaque frontière 13.

15 Selon ce troisième mode de réalisation, chaque module de suivi de position 24 est, par exemple, un module de suivi par géolocalisation, tel qu'un module de suivi par GPS (de l'anglais *Global Positioning System*).

20 La deuxième liaison de données 42 entre le module de suivi 24 et l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, est alors de préférence une liaison radioélectrique, de préférence encore une liaison radioélectrique à longue distance, telle qu'une liaison radioélectrique à bande ultra-étroite, également appelée liaison UNB, la bande de fréquence de cette liaison présentant une largeur inférieure à 125 kHz.

En variante, la deuxième liaison de données 42 est conforme à la norme IEEE 802.11.

25 En variante encore, la deuxième liaison de données 42 est une liaison filaire, l'opérateur 14 connectant alors son module de suivi de position 24 à l'équipement distant, tel que le dispositif d'estimation 30, lorsqu'il a terminé son trajet. Le module de suivi de position 24 comporte alors une mémoire apte à stocker les différentes positions qui ont été suivies successivement par l'opérateur 14 au cours de son trajet à travers la ou les zones 12.

30 En variante encore, la deuxième liaison de données 42 est une liaison LPWAN (de l'anglais *Low Power Wide Area Network*), de préférence à 2,4 GHz à plus ou moins 10%. Une telle liaison LPWAN présente l'avantage d'engendrer une faible consommation électrique.

Le fonctionnement du système d'estimation 20 selon ce troisième mode de réalisation est analogue à celui décrit pour le premier mode de réalisation, et n'est pas décrit à nouveau.

5 Les avantages du système d'estimation 20 selon ce troisième mode de réalisation sont analogues à ceux décrits pour le premier mode de réalisation, et ne sont pas décrits à nouveau.

10 On conçoit ainsi que le système d'estimation 20 et le procédé d'estimation selon l'invention permettent d'estimer facilement la radioactivité D_i en chacune des zones distinctes 12, quelle que soit la configuration de l'environnement 10 comportant ces zones 12, en particulier que les zones 12 soient des zones fermées avec des frontières 13 au moins partiellement sous forme de cloisons, ou bien des zones ouvertes délimitées par des frontières 13 fictives.

REVENDICATIONS

1. Système (20) d'estimation d'une radioactivité (D_i) en chacune d'une pluralité de zones (12) distinctes, le système (20) comprenant :

- plusieurs modules électroniques (24) de suivi de la position de plusieurs opérateurs (14) transitant chacun par une ou plusieurs desdites zones (12),

- plusieurs dosimètres (22), chacun étant configuré pour mesurer de manière cumulative la dose radioactive (DT_j) reçue en la ou les zones (12) par lesquelles un opérateur correspondant (14) a transité,

chaque dosimètre (22) étant destiné à être porté par un opérateur respectif (14) au cours de son passage à travers la ou les zones correspondantes (12) ; et

- un dispositif électronique (30) d'estimation d'une radioactivité (D_i) en chacune desdites zones (12), le dispositif d'estimation (30) étant configuré pour estimer la radioactivité (D_i) en chaque zone (12), à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive (DT_j) pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir d'un temps ($T_{i,j}$) passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

2. Système (20) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'estimation (30) est configuré pour estimer la radioactivité (D_i) en chaque zone (12), en résolvant un système linéaire à P équations et N inconnues, où chaque inconnue correspond à la radioactivité (D_i) dans une zone (12) respective et chaque équation correspond à la dose cumulée (DT_j) mesurée pour une ou plusieurs zones (12) par un dosimètre (22) respectif.

3. Système (20) selon la revendication 2, dans lequel le système linéaire d'équations vérifie :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,1} = DT_1 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,j} = DT_j \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N D_i \times T_{i,P} = DT_P \end{array} \right.$$

17

où DT_j représente la mesure cumulative de dose radioactive (DT_j) pour le dosimètre (22) d'indice j ,

D_i est la radioactivité à estimer, pour la zone (12) d'indice i ,

T_{ij} est un temps passé dans la zone (12) d'indice i pour le dosimètre (22) d'indice j ,

5 N représente le nombre de zones (12), et

P représente le nombre de dosimètres (22).

10 4. Système (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'estimation (30) est configuré pour estimer les radioactivités (D_i) dans lesdites zones (12), en l'absence d'une transmission de la mesure effectuée par le dosimètre (22) en un point intermédiaire du chemin suivi par l'opérateur (14).

15 5. Système (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le nombre (P) de dosimètres (22) est supérieur ou égal au nombre (N) de zones (12).

6. Système (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque module de suivi de position (24) comporte :

20 - une unité radioélectrique (32) de communication avec au moins une étiquette radioélectrique (34), chaque étiquette radioélectrique (34) étant associée à un opérateur correspondant (14),

- une unité (38) de lecture d'un ou plusieurs identifiants, chaque identifiant étant unique pour l'étiquette associée (34), et

25 - une unité (40) de transmission du ou des identifiants lus à un équipement distant (30), pour le calcul, par ledit équipement (30), de la position de chaque étiquette (34) associée à chaque identifiant lu.

30 7. Système (20) selon la revendication 6, dans lequel chaque module de suivi de position (24) est fixe et associé à une zone correspondante (12).

8. Système (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel chaque module de suivi de position (24) est associé à un opérateur donné (14), et est destiné à être porté par ledit opérateur (14) au cours de son passage à travers la ou les zones correspondantes (12).

35

9. Procédé d'estimation d'une radioactivité (D_i) en chacune d'une pluralité de zones (12) distinctes, dans lequel le procédé comprend les étapes suivantes :

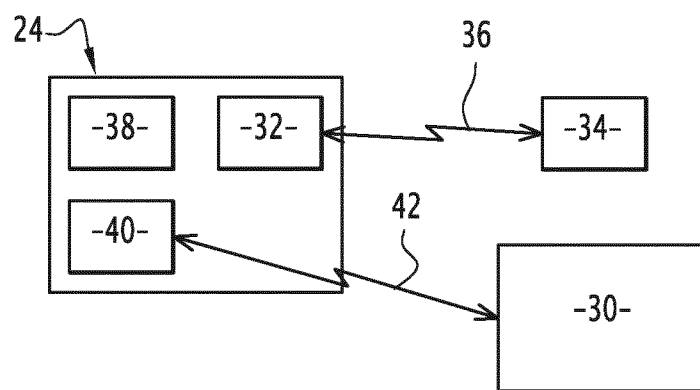
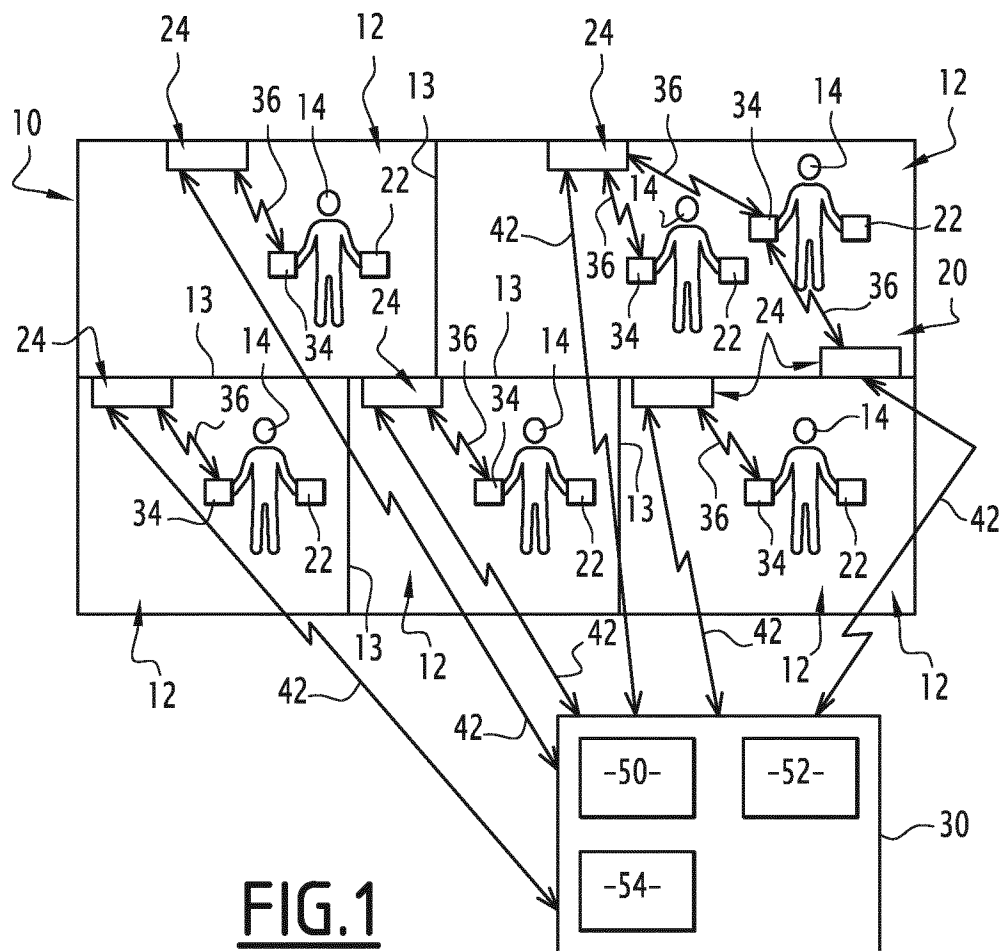
- acquisition (100) du suivi de la position de plusieurs opérateurs (14), chacun transitant par une ou plusieurs desdites zones (12),

5 - acquisition (110) d'une mesure cumulative de la dose radioactive (DT_j) reçue par chacun des opérateurs, ladite mesure étant effectuée en la ou les zones (12) par lesquelles l'opérateur (14) correspondant a transité, et

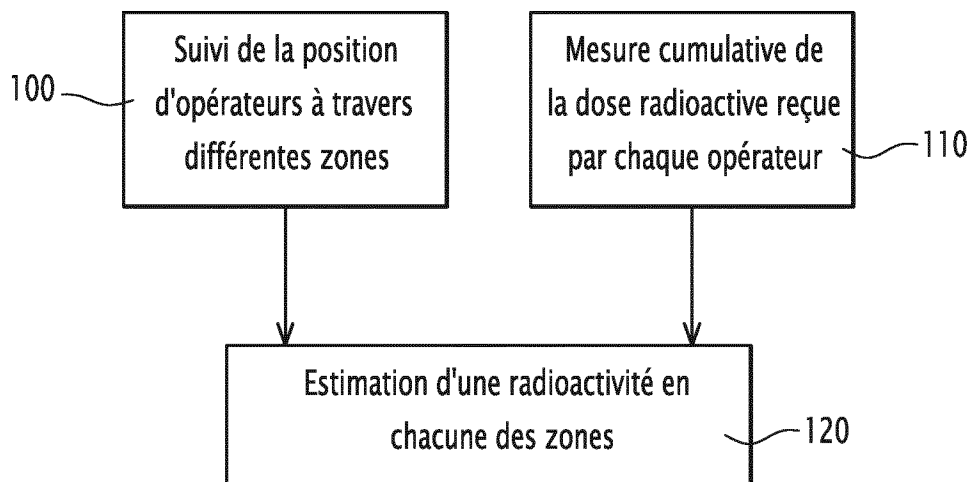
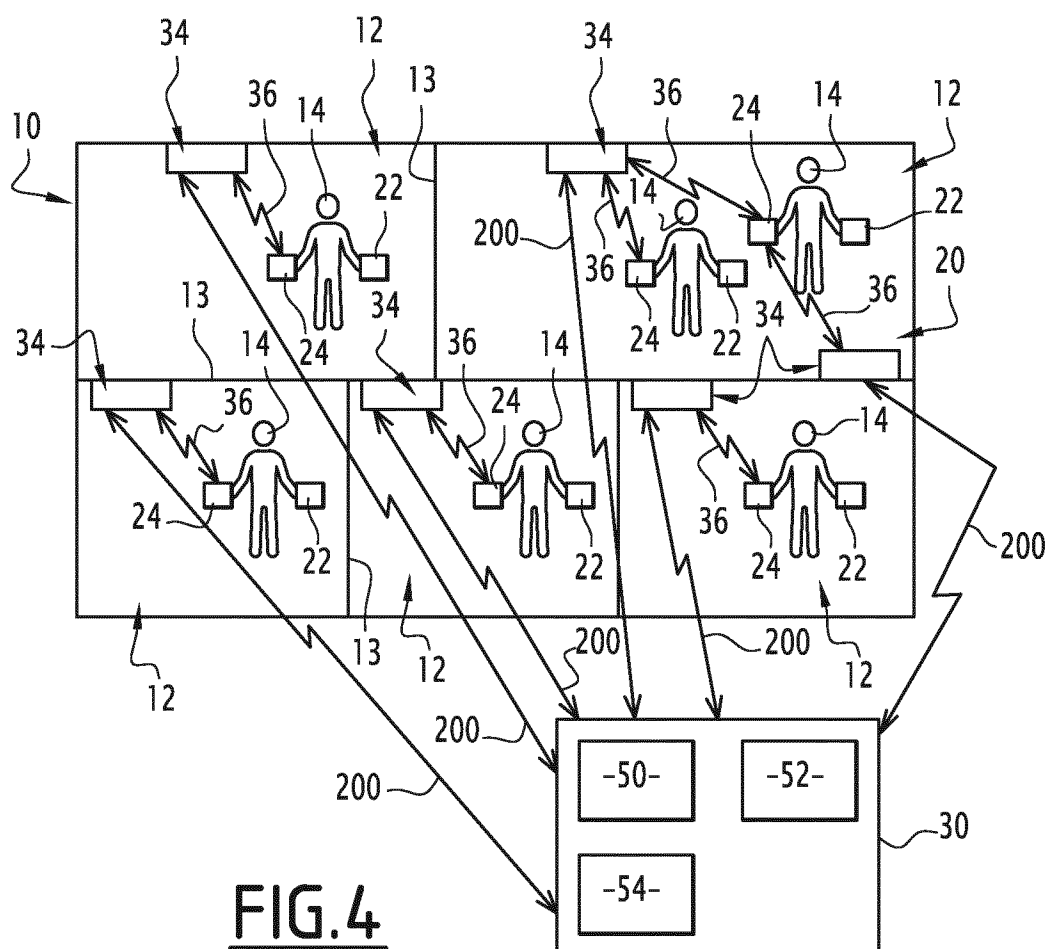
10 - estimation (120) d'une radioactivité (D_i) en chacune des zones (12), à partir de chaque mesure cumulative de dose radioactive (DT_j) pour la ou les zones par lesquelles l'opérateur correspondant a transité, et à partir du temps ($T_{i,j}$) passé dans chaque zone pour chaque mesure cumulative effectuée.

15 10. Produit programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles, qui lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre un procédé d'estimation selon la revendication précédente.

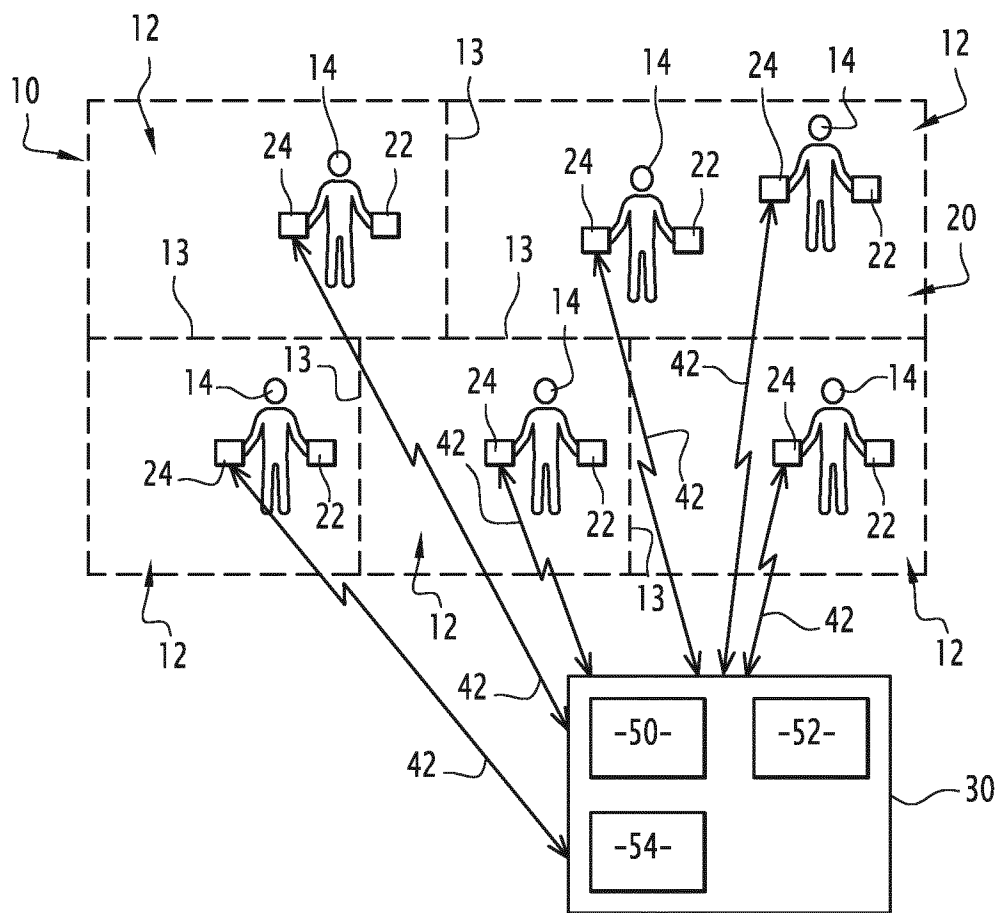
1/3



2/3

**FIG.3****FIG.4**

3/3

FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01T7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/180606 A1 (KITAGUCHI HIROSHI [JP] ET AL) 5 December 2002 (2002-12-05) paragraphs [0047] - [0050], [0052], [0053], [0055], [0060], [0063], [0073]; figures 1,2,5,7 -----	1-10
X	US 2012/256762 A1 (GREENBERGER JOEL S [US]) 11 October 2012 (2012-10-11) paragraphs [0014] - [0019], [0022], [0033]; figures 1-4 -----	1-6,8-10
X	US 2011/121980 A1 (DOUGHTY PETER TREVOR [GB] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraphs [0120] - [0127]; figures 8-12 -----	1-6,8-10
A	US 2015/069219 A1 (KLEIN ROLF-DIETER [DE] ET AL) 12 March 2015 (2015-03-12) paragraphs [0049] - [0055]; figures 1,2 ----- -/-	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 August 2016

Date of mailing of the international search report

30/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wulveryck, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/062411

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/009044 A1 (WEINBERG MARTIN [US] ET AL) 8 January 2015 (2015-01-08) paragraphs [0037], [0038], [0042] - [0047]; figures 1,2 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/062411

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002180606	A1	05-12-2002	JP 3885520 B2 21-02-2007
			JP 2002365366 A 18-12-2002
			US 2002180606 A1 05-12-2002
			US 2002195572 A1 26-12-2002

US 2012256762	A1	11-10-2012	NONE

US 2011121980	A1	26-05-2011	EP 1644756 A2 12-04-2006
			EP 1801616 A2 27-06-2007
			JP 5001649 B2 15-08-2012
			JP 5441879 B2 12-03-2014
			JP 2007527510 A 27-09-2007
			JP 2011117969 A 16-06-2011
			US 2007075251 A1 05-04-2007
			US 2011121980 A1 26-05-2011
			WO 2005008286 A2 27-01-2005

US 2015069219	A1	12-03-2015	AU 2011379626 A1 12-06-2014
			CA 2853109 A1 02-05-2013
			EP 2771715 A1 03-09-2014
			JP 2015503086 A 29-01-2015
			US 2015053864 A1 26-02-2015
			US 2015069219 A1 12-03-2015
			US 2015072729 A1 12-03-2015
			WO 2013060342 A1 02-05-2013
			WO 2013060347 A1 02-05-2013
			WO 2013060348 A1 02-05-2013

US 2015009044	A1	08-01-2015	EP 3017551 A1 11-05-2016
			US 2015009044 A1 08-01-2015
			WO 2015003139 A1 08-01-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/062411

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01T7/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01T		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2002/180606 A1 (KITAGUCHI HIROSHI [JP] ET AL) 5 décembre 2002 (2002-12-05) alinéas [0047] - [0050], [0052], [0053], [0055], [0060], [0063], [0073]; figures 1,2,5,7	1-10
X	US 2012/256762 A1 (GREENBERGER JOEL S [US]) 11 octobre 2012 (2012-10-11) alinéas [0014] - [0019], [0022], [0033]; figures 1-4	1-6,8-10
X	US 2011/121980 A1 (DOUGHTY PETER TREVOR [GB] ET AL) 26 mai 2011 (2011-05-26) alinéas [0120] - [0127]; figures 8-12	1-6,8-10
A	US 2015/069219 A1 (KLEIN ROLF-DIETER [DE] ET AL) 12 mars 2015 (2015-03-12) alinéas [0049] - [0055]; figures 1,2	1-10
	-/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 19 août 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 30/08/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Wulveryck, J

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2015/009044 A1 (WEINBERG MARTIN [US] ET AL) 8 janvier 2015 (2015-01-08) alinéas [0037], [0038], [0042] - [0047]; figures 1,2 -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/062411

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002180606	A1	05-12-2002	JP 3885520 B2	21-02-2007
			JP 2002365366 A	18-12-2002
			US 2002180606 A1	05-12-2002
			US 2002195572 A1	26-12-2002

US 2012256762	A1	11-10-2012	AUCUN	

US 2011121980	A1	26-05-2011	EP 1644756 A2	12-04-2006
			EP 1801616 A2	27-06-2007
			JP 5001649 B2	15-08-2012
			JP 5441879 B2	12-03-2014
			JP 2007527510 A	27-09-2007
			JP 2011117969 A	16-06-2011
			US 2007075251 A1	05-04-2007
			US 2011121980 A1	26-05-2011
			WO 2005008286 A2	27-01-2005

US 2015069219	A1	12-03-2015	AU 2011379626 A1	12-06-2014
			CA 2853109 A1	02-05-2013
			EP 2771715 A1	03-09-2014
			JP 2015503086 A	29-01-2015
			US 2015053864 A1	26-02-2015
			US 2015069219 A1	12-03-2015
			US 2015072729 A1	12-03-2015
			WO 2013060342 A1	02-05-2013
			WO 2013060347 A1	02-05-2013
			WO 2013060348 A1	02-05-2013

US 2015009044	A1	08-01-2015	EP 3017551 A1	11-05-2016
			US 2015009044 A1	08-01-2015
			WO 2015003139 A1	08-01-2015
