

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 53936 B1** (51) Cl. internationale : **G01M 3/28; E03B 7/00**

(43) Date de publication :  
**29.07.2022**

---

(21) N° Dépôt :  
**53936**

(22) Date de Dépôt :  
**17.07.2020**

(30) Données de Priorité :  
**17.07.2019 IT 201900012138**

(71) Demandeur(s) :  
**Neptune S.r.l., Via Filippo Corridoni, 67 04100 Latina (IT)**

(72) Inventeur(s) :  
**MARCHETTO, Riccardo ; MICHELINI, Giuseppe**

(74) Mandataire :  
**SABA & CO., TMP**

**(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: EP20186565.6**

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE RECHERCHE DE FUITES D'EAU SUR LA BASE DE MESURES DE RAYONNEMENT COSMIQUE SECONDAIRE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé (2) de recherche de fuites dans le réseau de canalisations d'eau, qui comprend : l'acquisition de données de géoréférencement d'un réseau de canalisations d'eau et de données indicatives de mesures de rayonnement cosmique secondaire géoréférencées effectuées dans une région de la surface terrestre où ladite le réseau de conduites d'eau s'étend (bloc 21) ; effectuer un traitement des données acquises et générer, à partir du traitement effectué, une carte numérique géoréférencée imageant le réseau d'adduction d'eau et l'humidité du sol dans la région où s'étend ledit réseau d'adduction d'eau (bloc 22) ; et détecter et localiser une ou plusieurs fuites dans le réseau de conduites d'eau sur la base de la carte numérique géoréférencée générée (bloc 23). En particulier, la réalisation d'un traitement des données acquises comprend l'estimation de l'humidité du sol dans la région où s'étend le réseau d'adduction d'eau à partir des données indicatives des mesures secondaires de rayonnement cosmique effectuées dans ladite région, en utilisant des facteurs de correction pour les mesures qui prennent en compte : les effets de sensibilité radiale et d'anisotropie des mesures de rayonnement cosmique secondaire géoréférencées réalisées ; valeurs d'humidité de l'air, de pression atmosphérique et d'intensité du rayonnement cosmique secondaire incident détectées simultanément à l'exécution desdites mesures dans la région où s'étend le réseau de conduites d'eau ou dans des positions de la surface terrestre où lesdites mesures

sont effectuées ; effets liés à la présence de végétation et/ou d'humidité artificielle ou naturelle.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé (2) de recherche de fuites dans un  
5 réseau de canalisations d'eau, comprenant de :

- acquérir des données de géoréférencement d'un  
réseau de canalisations d'eau et des données indicatives  
de mesures de rayonnement cosmique secondaire  
géoréférencées effectuées dans une région de la surface  
10 terrestre où s'étend ledit réseau de canalisations  
d'eau (bloc 21) ;

- effectuer un traitement des données acquises et  
générer, sur la base du traitement effectué, une carte  
numérique géoréférencée représentant le réseau de  
15 canalisations d'eau et une teneur en humidité du sol  
dans la région où s'étend ledit réseau de canalisations  
d'eau (bloc 22) ; et

- détecter et localiser une ou plusieurs fuites  
dans le réseau de canalisations d'eau sur la base de la  
20 carte numérique géoréférencée générée (bloc 23) ;

caractérisé en ce que le fait d'effectuer un  
traitement des données acquises comporte d'estimer la  
teneur en humidité du sol dans la région où s'étend le  
réseau de canalisations d'eau, sur la base des données  
25 indicatives des mesures de rayonnement cosmique  
secondaire géoréférencées effectuées dans ladite région,  
en utilisant des facteurs de correction pour les mesures  
qui prennent en compte :

- des effets de sensibilité radiale et  
30 d'anisotropie des mesures de rayonnement cosmique  
secondaire géoréférencées effectuées ;

- des valeurs d'humidité de l'air, de pression  
atmosphérique et d'intensité du rayonnement cosmique  
secondaire incidente détectées/mesurées simultanément à  
35 l'exécution desdites mesures dans la région où s'étend  
le réseau de canalisations d'eau ou dans des positions

de la surface terrestre où lesdites mesures sont effectuées ;

- des effets liés à la présence de végétation et/ou d'humidité artificielle ou naturelle.

5

2. Procédé de la revendication 1, comprenant en outre de :

- effectuer des mesures de rayonnement cosmique secondaire dans différentes positions de la surface terrestre ;

10

- géoréférencer les mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées ; et

- créer une base de données (6) contenant des données indicatives des mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées et géoréférencées ;

15

dans lequel l'acquisition de données indicatives de mesures de rayonnement cosmique secondaire géoréférencées effectuées dans une région de la surface terrestre où s'étend le réseau de canalisations d'eau comporte de :

20

- rechercher dans ladite base de données (6), et sélectionner sur la base des données de géoréférencement du réseau de canalisations d'eau, des données indicatives de mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées dans ladite région de la surface terrestre où s'étend ledit réseau de canalisations d'eau ; et

25

- acquérir les données sélectionnées.

30

3. Procédé de la revendication 2, dans lequel la recherche dans ladite base de données (6), et la sélection sur la base des données de géoréférencement du réseau de canalisations d'eau, de données indicatives de mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées

dans la région de la surface terrestre où s'étend le réseau de canalisations d'eau comporte de :

- pour chaque mesure de rayonnement cosmique secondaire effectuée dans ladite région,
- 5       - contrôler simultanément, à l'exécution de ladite mesure, les conditions météorologiques et/ou environnementales dans ladite région et/ou les conditions du rayonnement cosmique secondaire incident sur celle-ci, et
- 10       - si les conditions météorologiques et/ou environnementales et/ou de rayonnement cosmique secondaire incident répondent à des exigences prédéfinies, sélectionner les données indicatives de ladite mesure.

15

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les mesures de rayonnement cosmique secondaire sont effectuées par des dispositifs de mesure (1) qui sont installés :

- 20       • de manière fixe dans des positions respectives de la surface terrestre ; et/ou
- à bord de véhicules qui se déplacent sur la surface terrestre et/ou d'aéronefs qui volent au-dessus de celle-ci ;

25

dans lequel chaque dispositif de mesure (1) comprend un dispositif de localisation de satellite respectif (12) pour déterminer, pour chaque mesure de rayonnement cosmique secondaire effectuée par ledit dispositif de mesure (1), une position correspondante où

30       ladite mesure est effectuée ;

30

et dans lequel le géoréférencement des mesures de rayonnement cosmique secondaire effectué comporte d'associer, au moyen de chaque dispositif de mesure (1), les mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées par ledit dispositif de mesure (1) aux

35

positions correspondantes déterminées par le dispositif de localisation de satellite respectif (12).

5 Procédé de la revendication 4, dans lequel le géoréférencement des mesures de rayonnement cosmique secondaire effectuées comporte d'associer, au moyen de chaque dispositif de mesure (1), chaque mesure de rayonnement cosmique secondaire effectuée par ledit dispositif de mesure (1) :

- 10 • à la position correspondante déterminée par le dispositif de localisation de satellite respectif (12) ;  
et  
• à une date et à une heure auxquelles ladite mesure a été effectuée.

15

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, dans lequel chaque dispositif de mesure (1) :

- 20 • comprend également un capteur de pression atmosphérique respectif (15) et un capteur d'humidité de l'air respectif (16) pour mesurer, pour chaque mesure de rayonnement cosmique secondaire effectuée par ledit dispositif de mesure (1), des valeurs de pression atmosphérique et d'humidité de l'air correspondantes ;  
et

- 25 • est configuré pour associer chaque mesure de rayonnement cosmique secondaire effectuée par ledit dispositif de mesure (1) également aux valeurs de pression atmosphérique et d'humidité de l'air correspondantes mesurées par les capteurs de pression  
30 atmosphérique (15) et d'humidité de l'air (16) respectifs.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel

les mesures de rayonnement cosmique secondaire sont des mesures de particules atomiques et/ou subatomiques de rayons cosmiques secondaires.

5           8. Procédé de la revendication 7, dans lequel les mesures de rayonnement cosmique secondaire sont des comptages de neutrons et/ou de muoniums de rayons cosmiques secondaires.

10           9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les fuites dans le réseau de canalisations d'eau sont détectées et localisées en effectuant une analyse de la teneur en humidité du sol au niveau dudit réseau de canalisations  
15 d'eau ou à proximité de celui-ci dans la carte numérique géoréférencée.

          10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les données de  
20 géoréférencement du réseau de canalisations d'eau comprennent une ou plusieurs cartes géoréférencées dudit réseau de canalisations d'eau.

          11. Système (5) configuré pour effectuer le  
25 procédé (2) de recherche de fuites dans un réseau de canalisations d'eau selon l'une quelconque des revendications précédentes.

          12. Produit de programme informatique comprenant  
30 des parties de code de logiciel qui sont :

- exécutables par un dispositif/système de traitement (51) ; et
- telles qu'elles amènent, lorsqu'elles sont exécutées, ledit dispositif/système de traitement (51)  
35 à mettre en œuvre le procédé (2) de recherche de fuites

dans un réseau de canalisations d'eau selon l'une quelconque des revendications de 1 à 10.