

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
29 janvier 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/010676 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

H04M 1/725

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/002165

(22) Date de dépôt international : 10 juillet 2003 (10.07.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

02 08961 16 juillet 2002 (16.07.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];
31/33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

BESNAINOU, Bernard [FR/FR]; 580, Chemin Jip-
ières, F-13510 EGUILLES (FR). **IRACANE, Daniel**
[FR/FR]; 370, avenue de la première DFL, F-13090 AIX
EN PROVENCE (FR). **MALVACHE, Pierre** [FR/FR];
30, Chemin de la Resquillette, F-13770 VENELLES (FR).

(74) Mandataire : **RICHARD, Patrick**; c/o BREVATOME, 3,
rue du Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Inventeurs; et

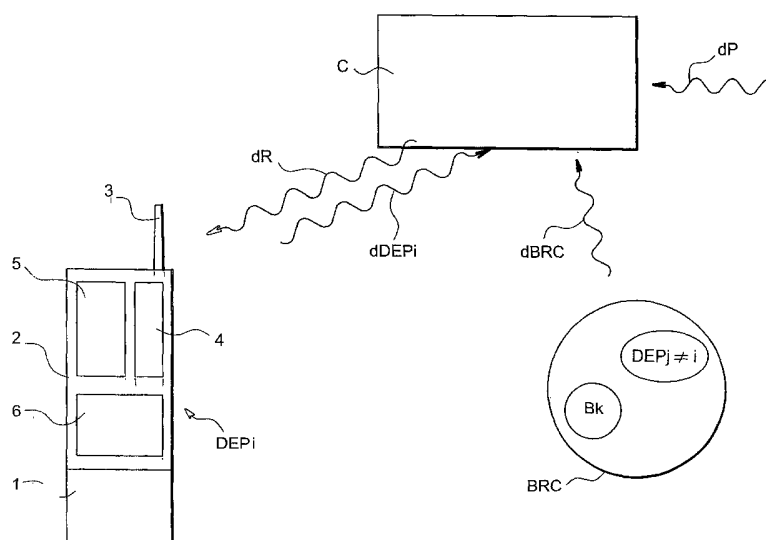
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM OF MEASURING THE QUALITY OF AN ENVIRONMENT AND A LOCAL BEACON THEREFOR

(54) Titre : SYSTEME DE MESURE DE LA QUALITE D'UN ENVIRONNEMENT ET BALISE LOCALE POUR LE SYSTEME
DE MESURE.



(57) Abstract: The invention relates to an environment quality-measuring system. The inventive system comprises devices (BRC) for measuring the quantity of a reference component and of another component which is different from said reference component, at least one local beacon (DEPi) which is used to obtain a local measurement of the reference component and a centre (C) which comprises: means of establishing an estimated cartography of the measured quantities of components; means of calculating a dilution factor using the local measurement and the reference component-related cartography data; means of calculating the estimated local measurement of the other component using the dilution factor and the data from the cartography related to the other component; and means of transmitting the estimated local measurement to the local beacon (DEPi).

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/010676 A2



eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système de mesure de la qualité d'un environnement. Le système comprend :- des dispositifs (BRC) pour mesurer la quantité d'un constituant de référence et d'un autre constituant différent du constituant de référence,- au moins une balise locale (DEPi) pour établir une mesure locale du constituant de référence, et- un central (C) qui comprend :- des moyens pour établir une cartographie de niveaux de quantité estimée des constituants mesurés,- des moyens pour calculer un facteur de dilution à partir de la mesure locale et de données cartographie relative au constituant de référence,- des moyens pour calculer une mesure locale estimée de l'autre constituant à partir du facteur de dilution et de données de cartographie relative à l'autre constituant, et des moyens pour transmettre la mesure locale estimée à la balise locale (DEPi).

SYSTEME DE MESURE DE LA QUALITE D'UN ENVIRONNEMENT
ET BALISE LOCALE POUR LE SYSTEME DE MESURE

Domaine technique et art antérieur

5 L'invention concerne un système de mesure de la qualité d'un environnement.

Dans la plupart des pays développés, la législation impose, dans les grandes villes, la mise en place de systèmes de gestion de la qualité de l'air aptes à fournir aux institutions et au public des informations relatives à la qualité de l'air.

Les mesures portent, selon les stations, sur les oxydes d'azote (NOx), l'ozone (O₃), le dioxyde de soufre (SO₂), le benzène, le toluène et le xylène (BTX), le monoxyde de carbone (CO), les poussières de différentes granulométries (PM₁₀, PM_{2,5}, fumée noire), etc.. Les métaux comme As, Cd, Ni, Pb et les composés organiques sont, eux, généralement analysés en laboratoire.

20 Les mesures effectuées conduisent à la formation d'un indice qui traduit la qualité de l'air.

Typiquement, différents niveaux d'indice sont définis pour chaque polluant, en fonction de sa concentration dans l'air et de la durée d'exposition. Ces niveaux d'indice varient selon les pays et à titre d'exemple, le tableau ci-dessous donne l'indice français de qualité de l'air (indice ATMO) relatif à quatre types de polluants, à savoir SO₂, O₃, NO₂ et les poussières. L'indice ATMO varie de 1 à 10 et les seuils correspondants, pour chacun des polluants, sont exprimés en µg/m³ pour une durée T :

Indice	Seuils SO ₂ T=1 heure	Seuils O ₃ T=1 heure	Seuils NO ₂ T=1 heure	Seuils poussières T=1 jour
10 °Très mauvais	>=600	>=360	>=400	>=125
9 Mauvais	400->599	250->359	275->399	100->124
8 Mauvais	300->399	180->249	200->274	80->99
7 Médiocre	250->299	150->179	165->199	65->79
6 Médiocre	200->249	130->149	135->164	50->64
5 Moyen	160->199	105->129	110->134	40->49
4 Bon	120->159	80->104	85->109	30->39
3 Bon	80->119	55->79	55->84	20->29
2 Très bon	40->79	30->54	30->54	10->19
1 Très bon	0->39	0->29	0->29	0->9

Les mesures sont effectuées pour une zone dont l'étendue est typiquement de l'ordre de plusieurs km².

5 A l'heure actuelle, un individu qui cherche à connaître le niveau de pollution d'une zone ou d'un quartier peut consulter cette information par l'intermédiaire de différents media (presse, téléphone, réseau internet, etc.). L'information qu'il reçoit est
10 représentative de la zone ou du quartier dans son ensemble. Si un individu est intéressé précisément par le niveau de la pollution qui est proche de lui, l'information qu'il reçoit ne représente pas -sauf exception- ce niveau de pollution. D'autre part, les
15 mesures données par le réseau ne permettent pas à cet individu d'obtenir une évolution en temps réel du niveau de la pollution qui l'entoure.

Par ailleurs, il apparaît aujourd'hui que les politiques industrielles et environnementales sont de
20 plus en plus dépendantes de la perception du public. De ce point de vue, le système actuel de communication des informations relatives à l'environnement ne répond que

partiellement à l'attente du public. Il est ainsi difficile pour le public d'appréhender correctement les informations qu'il reçoit, voire même de considérer ces informations comme crédibles.

- 5 L'invention ne présente pas les inconvénients mentionnés ci-dessus.

Exposé de l'invention

En effet, l'invention concerne un système de
10 mesure de la qualité d'un environnement. Le système comprend :

- au moins un dispositif de référence comprenant des moyens pour établir au moins une mesure relative à la quantité d'au moins un constituant de référence et au
15 moins une mesure relative à la quantité d'au moins un autre constituant, différent du constituant de référence et des moyens d'émission pour transmettre lesdites mesures vers un central de communication,
- au moins une balise locale contenant au moins un
20 détecteur pour établir au moins une mesure locale relative à la quantité dudit constituant de référence présent à proximité de la balise locale et des circuits d'émission/réception pour transmettre la mesure locale vers le central de communication, et
- 25 - le central de communication qui comprend :
 - des premiers moyens pour établir, à partir des mesures effectuées par le dispositif de référence, une cartographie de niveaux, à différentes échelles, de la quantité estimée d'au moins un constituant de
30 référence et d'au moins un desdits autres constituants,

- des deuxièmes moyens pour calculer un facteur de dilution à partir de la mesure locale dudit constituant de référence effectuée par la balise locale et de données de ladite cartographie relative au constituant de référence,
- des troisièmes moyens pour calculer une mesure locale estimée d'au moins un desdits autres constituants à partir du facteur de dilution et de données de ladite cartographie relative audit autre constituant, et
- des moyens de communication pour transmettre la mesure locale estimée à la balise locale.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens pour établir au moins une mesure locale relative à la quantité dudit constituant de référence comprennent au moins un microcapteur pour la mesure du pouvoir oxydant de l'environnement, le constituant de référence étant alors constitué de l'ensemble des gaz oxydants présents dans l'environnement.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le microcapteur pour la mesure du pouvoir oxydant est à base d'oxydes métalliques semi-conducteurs.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le microcapteur pour la mesure du pouvoir oxydant est constitué d'au moins un oxyde métallique semi-conducteur réactif vis-à-vis de gaz réducteurs ou de gaz oxydants.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le dispositif de référence est

constitué d'au moins une balise collective fixe ou mobile distante de la balise locale.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le dispositif de référence comprend au moins une balise locale supplémentaire distante de la balise locale.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, la balise locale comprend :

- des moyens de consolidation de la mesure locale pour l'obtention d'au moins une mesure locale consolidée,
- des moyens d'affichage, et
- une interface de saisie.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens de consolidation de la mesure locale comprennent lesdits circuits d'émission/réception pour recevoir au moins une mesure locale consolidée en provenance du central, la mesure locale consolidée en provenance du central étant obtenue sur la base de l'exécution, dans le central, d'un programme de consolidation appliqué à la mesure locale.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens de consolidation comprennent lesdits circuits d'émission/réception aptes à télécharger des données de consolidation et des circuits de traitement pour exécuter localement au moins un programme de consolidation sur la base de la mesure locale et des données de consolidation.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens de consolidation, les moyens d'affichage et l'interface de saisie sont rassemblés

dans un sous-ensemble physiquement séparé du détecteur et le détecteur et le sous-ensemble communiquent entre eux par des moyens d'émission/réception.

5 Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens de consolidation, les moyens d'affichage et l'interface de saisie sont rassemblés dans un même sous-ensemble et le détecteur s'enfiche dans un port externe du sous-ensemble.

10 Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens de consolidation, les moyens d'affichage et l'interface de saisie sont rassemblés dans l'électronique d'un même sous-ensemble et le détecteur est directement intégré dans l'électronique du sous-ensemble.

15 Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le sous-ensemble est un téléphone cellulaire.

20 Sur la base des mesures locales estimées et/ou consolidées, le système selon l'invention offre avantageusement à chaque individu un service d'aide au comportement et au jugement quant aux problèmes d'environnement.

25 Le système se distingue avantageusement, en coût, en performance et en diffusion, de la métrologie professionnelle connue.

30 L'objectif de compréhension et d'acceptation par un individu des risques environnementaux passe par une banalisation de l'information que reçoit cet individu. Le système personnalisé de qualification de qualité de l'environnement selon l'invention permet d'atteindre cet objectif.

Le système fournit une information continue (et non pas seulement événementielle sur crise), indépendante (hors circuit institutionnel), et personnalisée (dans une échelle de temps et d'espace qui intéresse l'individu).

La sensibilité des mesures donne avantageusement de la relativité aux différentes sources de signaux perçues comme des nuisances (comparaison aux niveaux naturels, variations géographiques, etc.).

Le système permet, techniquement et économiquement, l'accès pour le plus grand nombre à la mesure de l'environnement (qualité de l'air, radioactivité, etc.). Ceci s'effectue par la mise en œuvre d'une triple rupture avec les réseaux de mesures existants tels que ceux mentionnés plus haut, à savoir :

- une densification de l'échantillonnage des mesures de pollution,
- la production d'une mesure personnelle à l'échelle de l'environnement immédiat d'un individu,
- la mise en communication et la consolidation de ces différentes échelles pour acquérir et diffuser une intelligence globale et locale de la pollution et de son évolution.

Le système selon l'invention permet une qualification de la qualité de l'air. Une grande variété de mesures peuvent ainsi être envisagées, à savoir des mesures de radioactivité, de rayonnement solaire, de polluant, de taux d'allergènes, de taux de pollens, etc.

Les systèmes de gestion de la qualité de l'air mis en place dans les différents pays développés et mentionnés ci-dessus imposent une surveillance du niveau général de pollution des villes. Le système selon l'invention détermine les fluctuations locales de la pollution des villes et propose de compléter la surveillance du niveau général de pollution par une aide au comportement de l'individu dans sa relation à l'environnement.

10 La pollution des villes est un champ physique qui contient plusieurs échelles de variation :

- 1 km (à cette échelle, le champ physique est très dépendant de la météo),
- 100 m (c'est l'échelle du quartier, le champ physique est ici très dépendant des sources de pollution),
- 15 - 10 m (c'est l'environnement proche, le champ physique est très dépendant de la capacité d'évacuation des polluants ; par exemple, les rues « canyon » emprisonnent la pollution),
- 20 - 1 m (c'est l'environnement immédiat d'un individu, le champ physique est très dépendant de la localisation de l'individu et des capacités locales de dilution des polluants ; par exemple, la proximité des voitures ou la hauteur par rapport au sol sont autant
- 25 de facteurs influents).

Le réseau selon l'invention est un réseau distribué qui permet d'établir une cartographie de niveaux de la quantité estimée de constituants de l'environnement à différentes échelles et de juxtaposer cette cartographie à une mesure locale.

Les balises de mesures locales individuelles,

désignées ci-après « détecteur d'environnement personnel » (DEPi), permettent d'acquérir des mesures personnalisées qui prennent en compte des phénomènes locaux comme, par exemple, le facteur de dilution. Les
5 données à échelle locale sont significantes en elles-mêmes, par exemple pour suivre des variations spatiales et/ou temporelles locales d'un niveau de pollution. Cependant, sans la mise en relation de ces données avec des données provenant d'un réseau global, il n'est pas
10 possible pour un utilisateur d'obtenir une perception d'ensemble lui permettant de se situer correctement dans son environnement. Sans cette mise en relation, les données locales fournissent à l'utilisateur une aide au comportement limitée.

15 Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, le milieu qualifié est l'air. De façon plus générale, l'invention s'applique à la qualification de tout type d'environnement gazeux ou même liquide.

20

Brève description des figures

- les figures 1A et 1B représentent deux variantes d'une balise locale selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- 25 - les figures 2A et 2B représentent deux variantes d'une balise locale selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 représente un exemple de détecteur de balise locale selon l'invention ;
- 30 - la figure 4 représente un exemple de système de mesure selon l'invention.

Sur toutes les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

Description détaillée de modes de mise en œuvre de
5 l'invention

Les figures 1A et 1B représentent deux variantes de balise locale selon un premier mode de réalisation de l'invention et les figures 2A et 2B représentent deux variantes de balise locale selon un
10 deuxième mode de réalisation de l'invention.

Une balise locale DEPi selon l'invention est un dispositif léger fixe ou mobile. Elle produit des données à une échelle locale individuelle. Elle donne une information consultable en temps réel.

15 La balise DEPi comprend un détecteur 1 et un sous-ensemble ou plate-forme 2 comprenant, entre autres, des circuits d'émission/réception 3, un circuit de traitement 4, des moyens d'affichage 5 et une interface de saisie 6 (clavier, écran tactile, commande
20 vocale, etc.). L'alimentation électrique du détecteur 1 peut être fournie par la plate-forme 2.

Selon une première variante de l'invention (cf. figures 1A et 2A), le détecteur 1 et la plate-forme 2 sont séparés l'un de l'autre. Le détecteur 1 et
25 la plate-forme 2 communiquent entre eux par des moyens d'émission/réception 8, 9. Un émetteur 8 placé sur le détecteur 1 transmet à un récepteur 9 placé sur la plate-forme 2 un signal 7 représentatif des mesures effectuées. Le signal 7 peut être, par exemple, un
30 signal acoustique, un signal électrique (liaison filaire), un signal infrarouge, un signal

électromagnétique VHF ou micro-ondes, etc.

Selon une deuxième variante de l'invention (cf. figures 1B et 2B), le détecteur 1 et la plate-forme 2 sont montés sur un même support. Le détecteur 1
5 peut alors être constitué d'une extension enfichée dans un port externe de la plate-forme 2. Le détecteur peut également être directement intégré avec l'électronique de la plate-forme 2.

La balise DEPi peut être un dispositif portable
10 par un individu ou un dispositif fixe placé dans des locaux publics ou privés. Il peut également être implanté dans un véhicule automobile, mesurant l'air intérieur ou extérieur à l'habitacle.

De type mobile, la plate-forme 2 est
15 préférentiellement un téléphone cellulaire fonctionnant par exemple selon les protocoles GSM (GSM pour « Global System for Mobile communication. »), ou GPRS (GPRS pour «General Packet Radio Service», ou UMTS (UMTS pour «Universal Mobile Telecommunication System»), dans des
20 réseaux d'opérateurs de téléphonie mobile établis. Ces réseaux permettent en particulier la géolocalisation du détecteur. Dans le cas où la plate-forme est un téléphone cellulaire, le détecteur 1 peut également être couplé aux connecteurs de la carte à puce (carte
25 SIM) du téléphone cellulaire.

Les mesures locales effectuées par le détecteur 1 sont exploitables en tant que telles. Elles permettent de juger de la situation au niveau du détecteur 1. Un programme de traitement de la mesure
30 locale est exécuté dans les circuits de traitement 4. Selon l'invention, la balise locale DEPi reçoit des

mesures estimées de concentration de constituants qui ne sont pas directement mesurées par la balise locale ainsi que des mesures consolidées par des données de consolidation fournies par un réseau extérieur. Les
5 données de consolidation sont relatives à la situation générale de l'environnement (mesures d'ensemble, tendances, etc.). Elles peuvent également concerner, par exemple, des conseils personnalisés.

Deux modes de réalisation sont possibles pour
10 mettre en œuvre la consolidation des mesures locales avec les données de consolidation.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention (cf. figures 1A, 1B), les données de mesure locale dL sont transmises à un central C, via les
15 moyens d'émission/réception 3. Sur la base des mesures locales et de données de consolidation, un programme de consolidation est exécuté par le central C. Il en résulte une information dLc complète en terme d'interprétations circonstanciées (mesure locale
20 consolidée) qui est transmise à la balise DEPi.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention (cf. figures 2A, 2B), le programme de consolidation est exécuté dans la balise locale. Les données de consolidation dR sont alors reçues par la
25 balise, via les moyens d'émission/réception 3. Sur la base des mesures locales et des données de consolidation, le programme de consolidation est exécuté dans les circuits de traitement 4. Il en résulte une information complète en terme
30 d'interprétations circonstanciées. Les programmes de traitement et de consolidation de la mesure locale

peuvent être chargés a priori dans un circuit mémoire de la plate-forme 2. Ils peuvent également être téléchargés à partir d'un réseau extérieur. Le circuit d'émission/réception 3 permet alors le téléchargement
5 du programme ainsi que sa mise à jour.

Les mesures locales consolidées s'affichent sur les moyens d'affichage 5. Les mesures locales consolidées permettent avantageusement une appréciation globale en terme d'évolution et, partant, d'aide au
10 comportement.

La figure 3 représente un exemple de détecteur de balise selon l'invention. Le détecteur 1 comprend trois microcapteurs chimiques MCA1, MCA2, MCA3 susceptibles de mesurer un même constituant A et trois
15 microcapteurs chimiques MCB1, MCB2, MCB3 susceptibles de mesurer un même constituant B différent de A. Les constituants A et B peuvent être, par exemple, l'un des gaz mentionnés précédemment (monoxyde de carbone, ozone, etc.). Une électronique de commande (non
20 représentée sur la figure) assure le fonctionnement du détecteur sur la base de l'un des microcapteurs MCA1, MCA2, MCA3, par exemple le microcapteur MCA1, pour la mesure du constituant A et de l'un des microcapteurs MCB1, MCB2, MCB3, par exemple le microcapteur MCB1,
25 pour la mesure du constituant B.

En fonctionnement normal, des cycles de mesures sont alors effectués régulièrement, par exemple toutes les minutes, par les microcapteurs MCA1 et MCB1. Les microcapteurs MCA2, MCA3, MCB2 et MCB3 ne sont pas
30 utilisés pour faire les mesures.

Sur un rythme plus lent, par exemple une fois

par semaine, l'électronique de commande déclenche une
procédure d'auto-calibrage. Pour des raisons de
commodité, la procédure d'auto-calibrage selon
l'invention va maintenant être décrite pour les seuls
5 microcapteurs MCA1 MCA2, MCA3. Il est clair pour
l'homme du métier qu'une même procédure d'auto-
calibrage concerne également les microcapteurs MCB1,
MCB2 et MCB3.

Lors de la procédure d'auto-calibrage,
10 l'électronique de commande déclenche un fonctionnement
alterné, d'une part, du microcapteur MCA1 et, d'autre
part, de l'un des microcapteurs de réserve MCA2 ou
MCA3. Les mesures obtenues sont alors comparées. Si le
microcapteur MCA1 délivre des signaux sensiblement
15 différents des signaux délivrés par le microcapteur
MCA2, cela signifie que le microcapteur MCA1 a dérivé.
En dessous d'un certain seuil de dérive, l'électronique
de commande modifie la courbe d'étalonnage du capteur
MCA1 pour l'aligner sur celle du microcapteur MCA2. Un
20 programme de ré-étalonnage est utilisé à cette fin. Au-
dessus du seuil de dérive, un ré-étalonnage n'est plus
possible et le microcapteur de mesure du constituant A
devient le microcapteur MCA3.

Avantageusement, un tel système permet de
25 multiplier par deux ou trois la durée de vie d'un
microcapteur par ré-étalonnages successifs.

La figure 4 représente un exemple de système de
mesure selon l'invention. Le système est constitué de
trois éléments :

- 30 - un dispositif de référence BRC comprenant au moins
une balise collective Bk,

- une balise locale personnalisée ou détecteur d'environnement personnel DEPi,
 - un central C qui est en communication avec le dispositif de référence BRC et la balise locale DEPi
- 5 afin de transmettre à la balise locale des données pour l'obtention de mesures locales consolidées.

De façon générale, dans la suite de la description, une balise (individuelle DEPi ou collective Bk) possède, en tout ou partie, les

10 caractéristiques suivantes :

- elle délivre des mesures (mesures de polluants chimiques tels que l'ozone (O_3), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NOx), les oxydes de soufre (SOx), du pouvoir oxydant, de poussières, de
- 15 pollens, de radioactivité alpha, bêta, gamma, radon, etc.) permettant de quantifier des paramètres d'environnement pour un individu ou une ville par différents types de dispositifs (filtres, pompes, micro-capteurs etc.),
- 20 - elle constitue un outil communiquant permettant d'émettre vers un ou plusieurs centraux des signaux représentatifs des mesures effectuées, traitées ou non, sa localisation, son identifiant, permettant de recevoir des ordres de mesures, des programmes, des
- 25 informations restituables, des informations pour le bon fonctionnement (test, etc.), les communications s'effectuant par des liaisons téléphoniques filaires, ou VHF, ou JR, ou par des protocoles GSM, GPRS, UMTS, Bluetooth, etc. ;
- 30 - elle est un outil localisable permettant de déterminer la géolocalisation de la mesure (position

x, y, z) par des systèmes de triangularisation GSM, par GPS, ... ou de façon interactive et l'instant t de la mesure;

- elle comprend un affichage permettant une lecture des informations des capteurs en ligne ou après traitement par le central, à l'aide d'un écran à cristaux liquides, par alarme sonore, etc. ;
- elle comprend une interface permettant un contrôle, une saisie, une interrogation locale à l'aide d'un clavier, d'un système tactile ou vocal, etc. ;
- elle permet de traiter des données primaires (filtrages, moyennes, seuils, comparaisons, contrôles de validité, etc.), de dérouler des séquences et des programmes, de mettre en forme des données, le traitement étant effectué par microprocesseur.

Le dispositif de référence collective BRC qui met en réseau des balises collectives Bk donne une représentation du signal de pollution utilisable comme référence pour la mesure de pollution locale.

Les balises collectives Bk sont des balises déployables, par exemple, à une centaine d'exemplaires. Elles délivrent des données sur la pollution à une échelle collective.

Une balise collective Bk peut être implantée sur un support assurant son alimentation. Le support peut être fixe (matériel urbain) ou mobile (véhicule non dédié tel que bus, taxi, véhicules utilitaires). La technique du support mobile permet avantageusement d'acquérir des informations là où la densité de population est élevée. La balise collective fournit des informations pouvant concerner une grande variété de

polluants (NOx, SO₂, O₃, radon, etc.).

L'utilisation de balises collectives mobiles est un facteur important pour optimiser l'échantillonnage des mesures dans l'espace et dans le
5 temps. Une mesure de bonne qualité sera donnée, par exemple, par une balise collective mobile qui sera passée, il y moins d'une heure, près de l'endroit où la balise individuelle fait la mesure (typiquement à moins d'un km).

10 La balise collective accède au central C, par exemple par la fonction GSM, pour délivrer un service complet à l'utilisateur en terme d'interprétations circonstanciées de la mesure et de connaissances complémentaires (situation générale de l'environnement,
15 tendances, conseils personnalisés, tests de bon fonctionnement, etc.). La pertinence du résultat de mesure est obtenue par la consolidation de la mesure locale de la balise DEPi concernée et des informations du réseau BRC à grande échelle.

20 Le central C pilote et gère les communications avec le réseau BRC et la balise locale DEPi.

Le central C reçoit des données dBRC provenant du dispositif de référence BRC et des données dDEPi (dL, etc.) provenant de la balise DEPi. Il émet vers la
25 balise DEPi des données de consolidation dC aptes à consolider la mesure locale (dLc, dR, etc.).

Les données dBRC comprennent tout ou partie des données mesurées par l'ensemble des balises Bk du dispositif de référence. Selon un perfectionnement de
30 l'invention, les données dBRC comprennent également les mesures effectuées par un ensemble de balises portables

DEP_j d'autres utilisateurs j ($j \neq i$). Les balises B_k sont généralement aptes à mesurer un grand nombre de constituants présents dans l'atmosphère tels que O₃, CO, NO_x, SO_x, les poussières, les pollens, la radioactivité alpha, bêta, gamma, le radon, etc. Le central C peut également recevoir des données publiques ou privées dP issues, par exemple, de réseaux institutionnels et permettant d'évaluer des tendances (données relatives au trafic routier, aux informations météo, etc.).

Le central C constitue ainsi un ensemble d'informations consolidées sur la base de l'ensemble des données dBRC, dDEP_j ($j \neq i$) et dP. Il est alors possible d'établir une base de données dynamique relative à la cartographie des niveaux de pollution. L'échantillonnage de balises est préférentiellement choisi suffisamment dense pour être pertinent par rapport aux variations dans le temps et/ou dans l'espace du champ de pollution physique.

Le central C constitue également, sur une durée limitée, par exemple une durée d'une dizaine de minutes, une base de données « physiques » constituée de données d'intérêt obtenues directement ou par corrélation dans les unités physiques pertinentes avec un contrôle de cohérence et un rejet des données douteuses. Des filtres de rejet sont spécifiés à cette fin.

A partir de la base de données « physiques », le central C construit la cartographie des niveaux de pollution à différentes échelles et effectue des extrapolations sur les tendances temporelles et/ou

spatiales.

Le principe de l'utilisation du facteur de dilution pour compléter la mesure locale va maintenant être décrit.

5 Lorsqu'un utilisateur interroge son mobile DEPi, ce dernier transmet vers le central C sa localisation ainsi qu'une mesure effectuée localement par le mobile dDEPi. A partir de la localisation de la mesure locale et de la cartographie de niveaux, le
10 central C établit un facteur de dilution pour chaque constituant mesuré par la balise DEPi.

 Le central C reçoit l'ensemble des mesures effectuées par les balises Bk et qui sont relatives à une grande quantité de constituants. Selon l'invention,
15 le central C est avantageusement apte à transférer vers la balise locale DEPi des données relatives à des constituants qui ne sont pas mesurés localement par la balise DEPi.

 Le central C est ainsi apte, par exemple, à
20 estimer la concentration locale d'un constituant X présent dans l'environnement de la balise DEPi et non mesuré par la balise DEPi. Cette estimation est calculée à partir de la connaissance du facteur de dilution présent dans l'environnement de la balise DEPi
25 et de mesures collectives effectuées sur le constituant X. Cette estimation peut être transférée à la balise locale. Les mesures locales effectuées par la balise DEPi sont alors relatives à un constituant de référence Y différent du constituant X. Le central C détermine le
30 facteur de dilution relatif à la position de l'individu équipé de la balise locale DEPi à partir de la

cartographie de niveaux de Y et de la mesure locale de Y. La connaissance du facteur de dilution permet alors de déduire la concentration CX du constituant X présent au niveau de la balise DEPi. Les données de
5 consolidation dC transmises à la balise portable DEPi peuvent alors contenir des données représentatives de la concentration CX ainsi déterminée.

De façon plus générale, les données de consolidation dC aptes à consolider la mesure locale
10 peuvent contenir les données de mesure consolidées dLc calculées dans le central C (cf. le premier mode de réalisation, figures 1A et 1B). Elles peuvent également contenir les données de consolidation dR mentionnées précédemment (cf. le deuxième mode de réalisation,
15 figure 2A et 2B), des données consolidées sur la qualité de l'environnement personnel, des données de comparaison, de tendances, ainsi que de conseils.

Selon un perfectionnement de l'invention, la balise locale DEPi mesure également des paramètres
20 d'environnement tels que la température, la pression et l'humidité. Ces mesures sont utiles à l'interprétation des signaux et ont une valeur informative pour l'utilisateur. Elles peuvent être transmises à l'utilisateur.

25 Un détecteur 1 comprend au moins un microcapteur. A titre d'exemples non limitatifs, un microcapteur selon l'invention mesure un ou des gaz oxydants, et/ou un ou des gaz réducteurs, et/ou du monoxyde de carbone (CO), et/ou un rayonnement gamma
30 pertinent pour la détection de radon, et/ou la température, et/ou l'hydrométrie, etc.

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, la mesure relative au constituant de référence Y permettant de déterminer le facteur de dilution est la mesure du pouvoir oxydant (simplicité, 5 pertinence, coût).

Le pouvoir oxydant est une grandeur mesurable, indicatrice de la présence, à différents niveaux de concentration, de gaz polluants dans l'air atmosphérique. Le pouvoir oxydant est une fonction 10 monotone des concentrations des gaz polluants tels que, par exemple, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, l'ozone, le monoxyde de carbone, que ces gaz soient présents seuls ou en mélange dans l'air. Dans le cas d'un mélange de gaz, le pouvoir oxydant est une 15 combinaison des pouvoirs oxydants des différents gaz polluants présents dans le mélange.

Le pouvoir oxydant mesure la capacité d'un mélange gazeux contenant un ou des gaz polluants à modifier l'état de surface d'un matériau judicieusement 20 choisi pour être utilisé en tant que composant réactif. Dans les dispositifs de mesure proposés selon l'invention, le pouvoir oxydant d'un gaz polluant reste une fonction monotone de la concentration du gaz dans toute la gamme de concentrations spécifiées. Les 25 signaux générés correspondants sont, de ce fait, pour chaque gaz polluant, une fonction monotone de sa concentration.

Le tableau ci-dessous est un exemple représentatif de l'avantage qu'il y a à utiliser le 30 pouvoir oxydant comme mesure permettant de déterminer le facteur de dilution afin d'estimer des

concentrations locales qui ne sont pas mesurées par la balise locale DEPi.

Pour des raisons de simplicité, le système de mesure de qualité de l'environnement selon l'exemple
5 choisi comprend une seule balise B1, un central C et une balise portable DEPi.

	B1	DEPi
P(A, B, C)	100	50
CA	80	XA = 40
CB	10	XB = 5
CC	10	XC = 5

UTILISATION DU POUVOIR OXYDANT COMME INDICATEUR DE POLLUTION

10

La balise de référence B1 mesure le pouvoir oxydant P(A, B, C) relatif à un mélange de trois gaz A, B, C ainsi que les concentrations individuelles CA, CB, CC de chacun des trois gaz A, B, C. Les mesures de P(A, B, C), CA, CB et CC effectuées par la balise B1 donnent
15 respectivement, par exemple, 100, 80, 10 et 10. La mesure locale de P(A, B, C) effectuée par la balise DEPi donne 50, il est alors possible de déterminer un facteur de dilution et de déduire les concentrations
20 locales XA, XB, XC des constituants respectifs A, B, C qui existent au niveau de la balise locale DEPi, à savoir 40, 5, 5. Les concentrations locales XA, XB, XC sont ainsi calculées par le central C et transmises à la balise portable DEPi.

25

Avantageusement, le choix du pouvoir oxydant comme indicateur de pollution permet à un utilisateur local de connaître, sur la base d'une seule mesure

effectuée localement, un ensemble d'informations locales qui, sans cela, nécessiteraient plusieurs mesures locales supplémentaires.

De façon générale, les gaz sont classés en deux catégories, les gaz oxydants et les gaz réducteurs, selon qu'ils conduisent à des signaux mesurés fonction monotone croissante ou décroissante de leur pouvoir oxydant. Ces deux catégories de gaz peuvent contribuer à l'indicateur de pouvoir oxydant d'un mélange gazeux. Dans le système de mesure de la qualité de l'air proposé selon l'invention, la quantification du pouvoir oxydant d'un mélange gazeux repose préférentiellement sur un ensemble de mesures, au minimum deux, permettant de discriminer les deux catégories de gaz.

Le système repose alors sur l'utilisation de plusieurs capteurs et/ou de plusieurs modes d'exploitation des capteurs afin de mesurer au minimum deux séries de signaux induits, respectivement, par les gaz oxydants et par les gaz réducteurs.

A titre d'exemple, les matériaux dont l'état de surface dépend du pouvoir oxydant de l'air ambiant, peuvent être des semi-conducteurs constitués d'un oxyde métallique, d'un mélange d'oxydes métalliques ou de toute autre combinaison d'oxydes métalliques et d'un autre constituant. En présence d'un mélange gazeux contenant des gaz polluants, l'état de surface des matériaux précités est modifié par sorption des gaz et/ou par réactions chimiques (notamment par réaction d'oxydo-réduction) entre les gaz et le matériau.

Préférentiellement, le dispositif de mesure de la qualité de l'air intègre deux catégories de

capteurs, des capteurs mettant en œuvre des oxydes métalliques semi-conducteurs réactifs vis-à-vis de gaz oxydants et des capteurs mettant en œuvre des oxydes métalliques semi-conducteurs réactifs vis-à-vis de gaz
5 réducteurs.

L'interprétation des signaux de mesure issus du détecteur 1 est obtenue par calibration et apprentissage expérimental. L'utilisation d'un nombre de capteurs identiques supérieur à 2 améliore la
10 robustesse du calibrage. La figure 2 représente un exemple de détecteur selon l'invention apte à réaliser la calibration du détecteur.

REVENDICATIONS

1. Système de mesure de la qualité d'un environnement, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - au moins un dispositif de référence (BRC) comprenant des moyens pour établir au moins une mesure relative à la quantité d'au moins un constituant de référence (Y) et au moins une mesure relative à la quantité d'au moins un autre constituant (X), différent du
10 constituant de référence et des moyens d'émission pour transmettre lesdites mesures vers un central de communication (C),
- au moins une balise locale (DEPi) contenant au moins un détecteur (1) pour établir au moins une mesure
15 locale relative à la quantité dudit constituant de référence présent à proximité de la balise locale et des circuits d'émission/réception (3) pour transmettre la mesure locale vers le central de communication (C), et
- 20 - ledit central de communication (C) qui comprend :
 - des premiers moyens pour établir, à partir des mesures effectuées par le dispositif de référence, une cartographie de niveaux, à différentes échelles, de la quantité estimée d'au moins un constituant de
25 référence et d'au moins un desdits autres constituants,
 - des deuxièmes moyens pour calculer un facteur de dilution à partir de la mesure locale dudit constituant de référence effectuée par la balise
30 locale et de données de ladite cartographie relative au constituant de référence,

- des troisièmes moyens pour calculer une mesure locale estimée d'au moins un desdits autres constituants à partir du facteur de dilution et de données de ladite cartographie relative audit autre constituant, et
- 5 - des moyens de communication pour transmettre la mesure locale estimée à la balise locale (DEPi).

2. Système de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur (1) comprend au
10 moins un microcapteur (MCA1, MCA2, MCA3) pour la mesure du pouvoir oxydant de l'environnement, le constituant de référence étant alors constitué de l'ensemble des gaz oxydants présents dans l'environnement.

15 3. Système de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que le microcapteur (MCA1, MCA2, MCA3) pour la mesure du pouvoir oxydant est à base d'oxydes métalliques semi-conducteurs.

20 4. Système de mesure selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le microcapteur (MCA1, MCA2, MCA3) pour la mesure du pouvoir oxydant est constitué d'au moins un oxyde métallique semi-conducteur réactif vis-à-vis de gaz
25 réducteurs ou de gaz oxydants.

5. Système de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de référence (BRC) est constitué d'au
30 moins une balise collective fixe ou mobile (Bk) distante de la balise locale.

6. Système de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de référence (BRC) comprend au moins une balise locale supplémentaire (DEPj) distante de la
5 balise locale (DEPi).

7. Système de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la balise locale comprend :

10 - des moyens de consolidation (3, 4) de la mesure locale pour l'obtention d'au moins une mesure locale consolidée,
- des moyens d'affichage (5), et
- une interface de saisie (6).

15

8. Système de mesure selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de consolidation de la mesure locale comprennent lesdits circuits d'émission/réception (3) pour recevoir au moins une
20 mesure locale consolidée (dLc) en provenance du central, la mesure locale consolidée en provenance du central étant obtenue sur la base de l'exécution, dans le central (C), d'un programme de consolidation appliqué à la mesure locale.

25

9. Système de mesure selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de consolidation comprennent lesdits circuits d'émission/réception (3) aptes à télécharger des données de consolidation (dR)
30 et des circuits de traitement (4) pour exécuter localement au moins un programme de consolidation sur

la base de la mesure locale et des données de consolidation.

10. Système de mesure selon l'une quelconque
5 des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de consolidation (3, 4), les moyens d'affichage (5) et l'interface de saisie (6) sont rassemblés dans un sous-ensemble (2) physiquement séparé du détecteur (1) et en ce que le détecteur (1) et le sous-ensemble
10 (2) communiquent entre eux par des moyens d'émission/réception (8, 9).

11. Système de mesure selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les
15 moyens de consolidation (3, 4), les moyens d'affichage (5) et l'interface de saisie (6) sont rassemblés dans un même sous-ensemble (2) et en ce que le détecteur (1) s'enfiche dans un port externe du sous-ensemble (2).

20 12. Système selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de consolidation (3, 4), les moyens d'affichage (5) et l'interface de saisie (6) sont rassemblés dans l'électronique d'un même sous-ensemble (2) et en ce que
25 le détecteur (1) est directement intégré dans l'électronique du sous-ensemble (2).

13. Système selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que le sous-
30 ensemble (2) est un téléphone cellulaire.

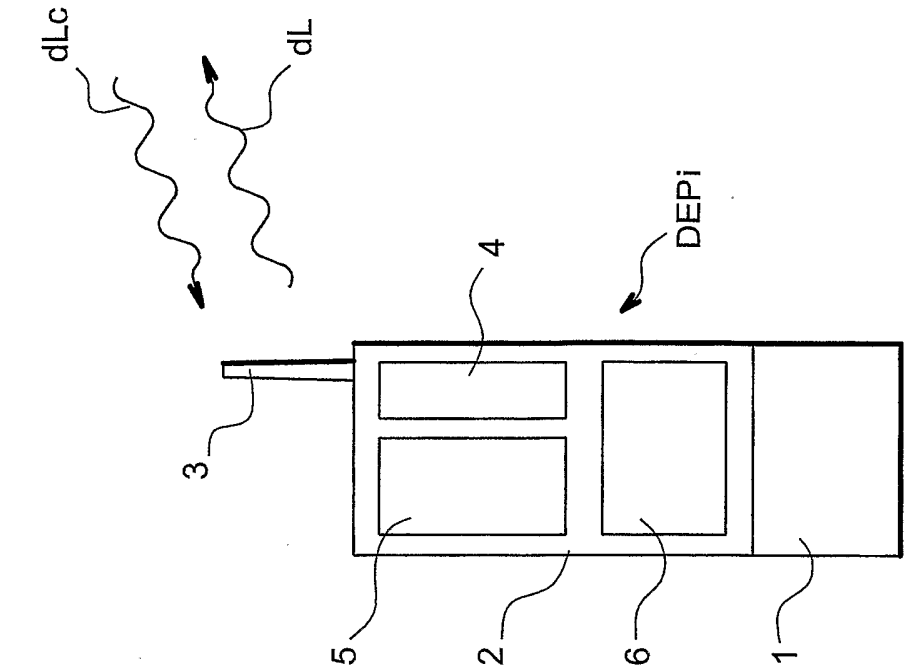


FIG. 1A

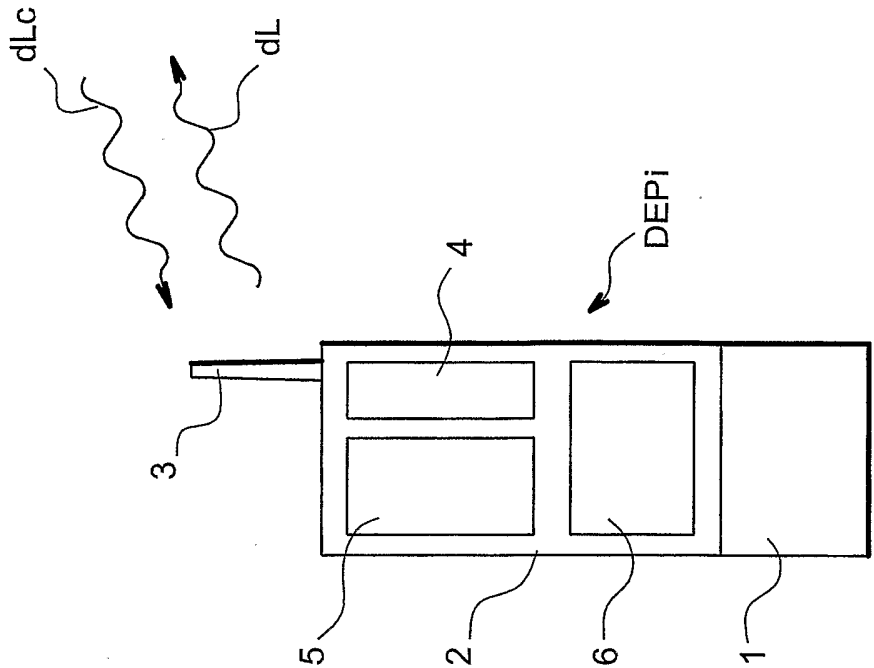


FIG. 1B

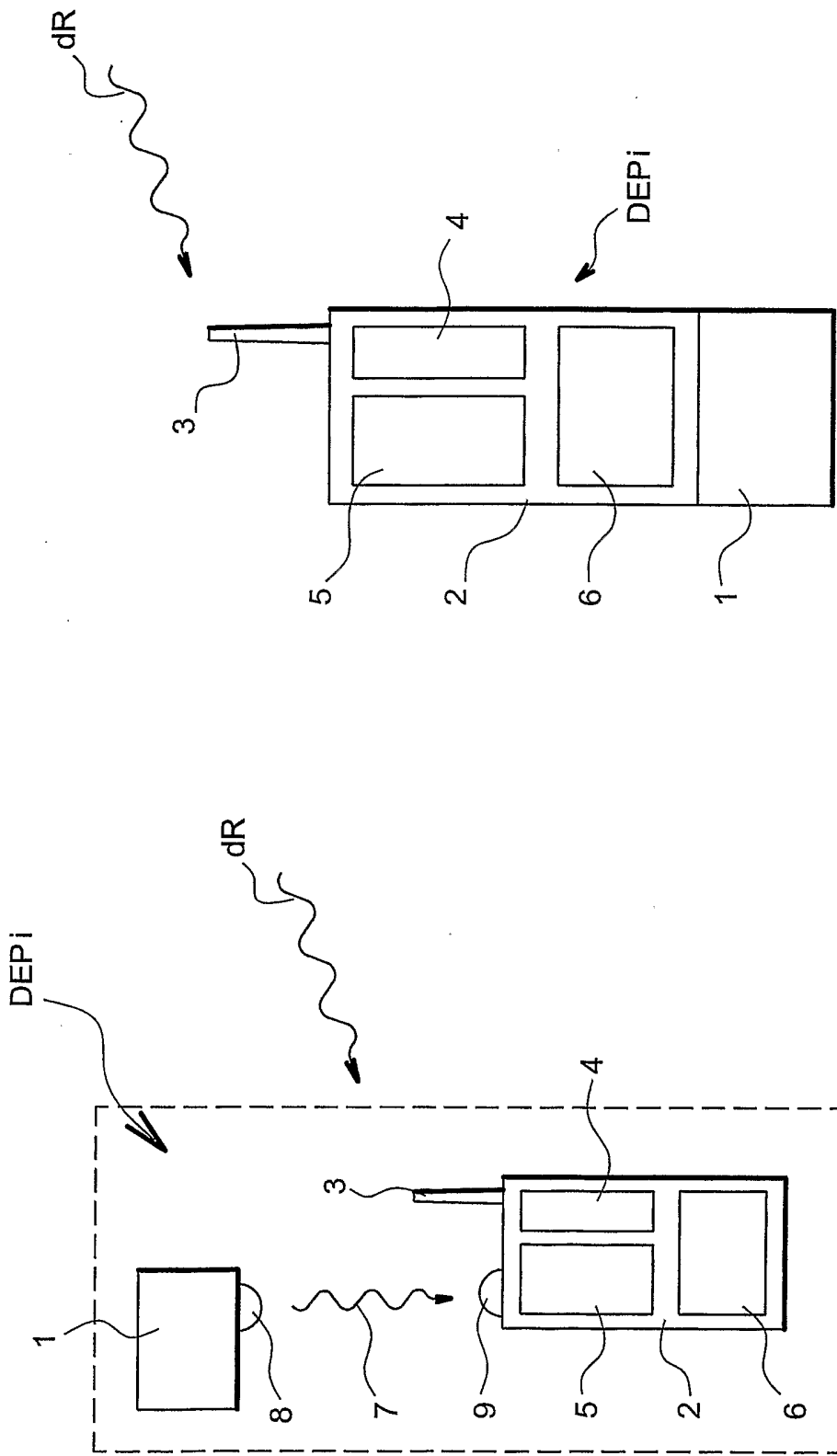


FIG. 2B

FIG. 2A

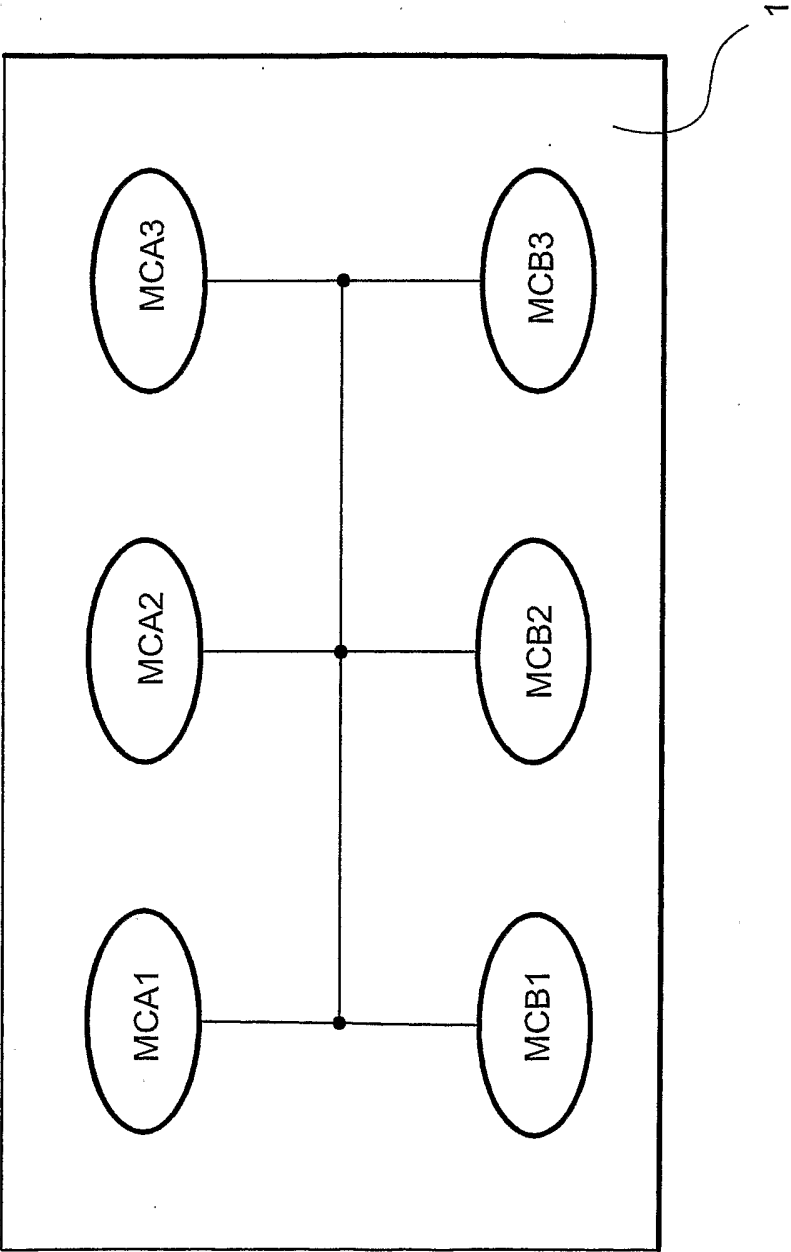


FIG. 3

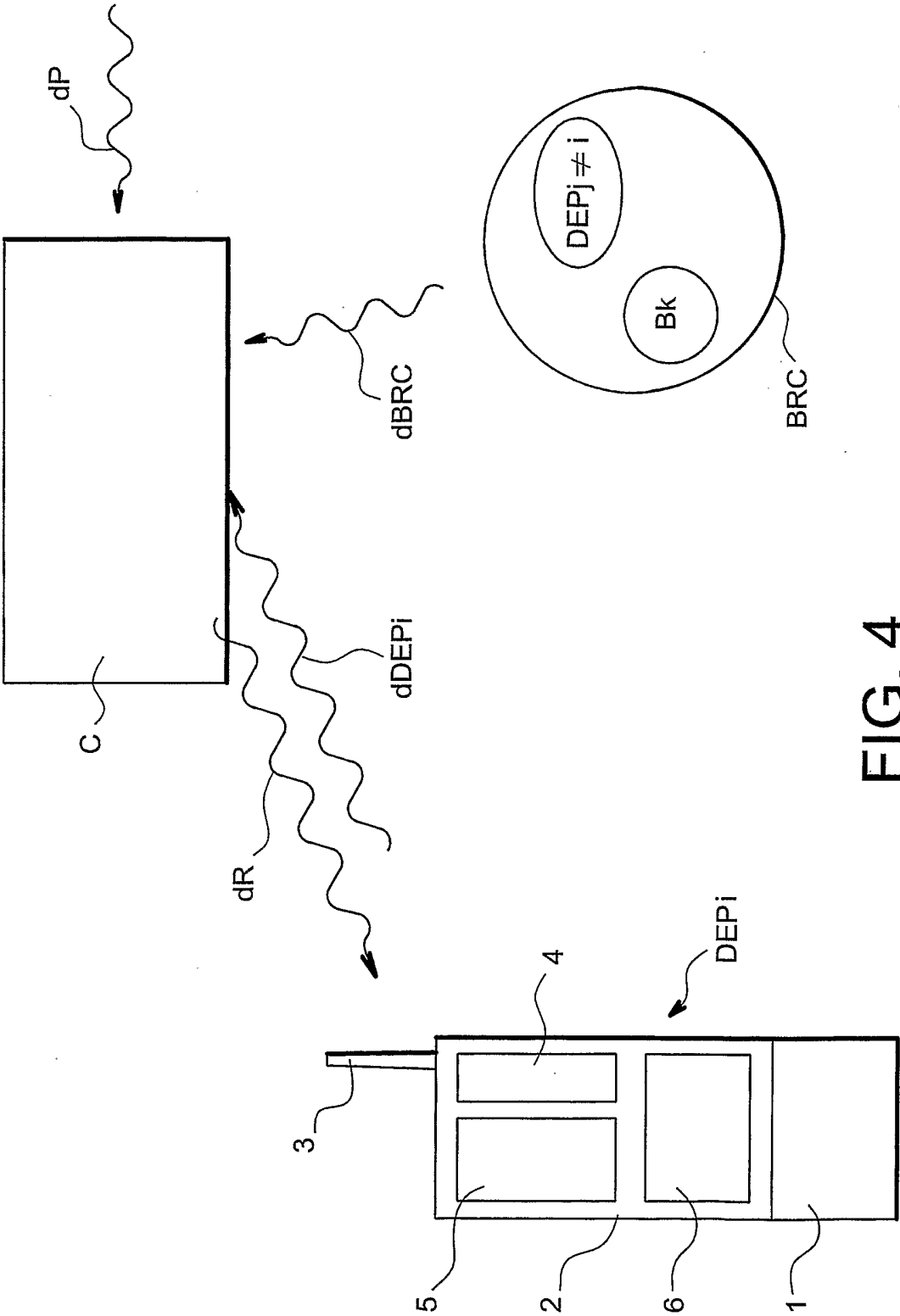


FIG. 4