

**DISPOSITIF D'ACCES PORTABLE ET MONO-USAGE A UNE ZONE A ACCES RESTREINT,
SYSTEME DE GENERATION DE CLE D'ACCES ET PROCEDE DE CONTROLE D'ACCES
ASSOCIES**

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne un dispositif d'accès portable et mono-usage à une zone à accès restreint. L'invention concerne également un système de génération de clé d'accès comprenant un tel dispositif d'accès, et un procédé de contrôle d'accès à une zone à accès restreint.

L'invention s'applique au domaine de la mesure de paramètres de santé de sujets humains ou animaux, notamment à l'analyse d'échantillons biologiques, en particulier à l'analyse d'échantillons biologiques issus de personnes ou d'animaux susceptibles d'être porteurs d'un agent pathogène, en vue d'autoriser ou non leur accès à une zone à accès restreint pour laquelle on cherche à limiter le risque de contamination.

10

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Il est connu de chercher à déterminer si les conditions de santé d'un sujet, c'est-à-dire un organisme vivant tel qu'une personne ou un animal, sont compatibles avec son entrée dans une zone à accès restreint. Une telle évaluation trouve, par exemple, son sens dans le contrôle des épidémies infectieuses, celles-ci étant susceptibles d'aboutir à de véritables catastrophes sanitaires, humanitaires et économiques, parfois à l'échelle mondiale, et dont les effets délétères sont susceptibles de s'inscrire sur le long terme. L'épidémie du COVID-19 en est un parfait exemple.

15

20

Les solutions actuelles consistent généralement à tester un échantillon biologique issu du sujet dont on veut déterminer s'il peut ou non accéder à la zone à accès restreint. Alternativement ou conjointement, un tel test est réalisé directement sur le sujet.

Par « accès restreint », il est entendu une zone dont l'accès est strictement réservé à une certaine catégorie de personnes ou d'animaux, ou une zone pour laquelle on souhaite contrôler le flux d'entrée.

5 Par « paramètre de santé », il est entendu, au sens de la présente invention, paramètre biologique, physiologique ou chimique permettant de qualifier et/ou de quantifier un état associé à la santé d'une personne ou d'un animal.

Par « échantillon biologique », il est entendu, au sens de la présente invention, un échantillon, liquide, gazeux ou solide, prélevé sur un sujet, et dont on veut déterminer s'il comprend au moins un analyte prédéterminé. L'échantillon biologique est susceptible de provenir de n'importe quelle source biologique, comme un liquide physiologique, y compris le sang, la salive, le liquide oculaire, le liquide céphalorachidien, la sueur, l'urine, les selles, le sperme, le lait, le liquide d'ascite, les muqueuses, le liquide synovial, le liquide péritonéal, le liquide amniotique, les tissus, les cellules cultivées ou autres.

15 Un matériau biologique prélevé est susceptible d'être utilisé en tant qu'échantillon biologique directement tel qu'il est obtenu lors de son prélèvement, ou encore à l'issue d'un prétraitement pour en modifier le caractère. Par exemple, un matériau biologique initialement solide ou semi-solide peut être rendu liquide en le dissolvant ou en le mettant en suspension dans un milieu liquide approprié.

20 Par « analyte », il est entendu, au sens de la présente invention, un composé d'origine biologique qui peut être un acide nucléique ou une protéine issu(e) notamment d'un microorganisme contaminant, éventuellement infectieux, pour laquelle on cherche à déterminer la présence dans l'échantillon biologique et/ou la concentration. En particulier, la présente invention peut être très utile pour détecter un brin d'ADN (acide désoxyribonucléique) ou d'ARN (acide ribonucléique), ou une protéine spécifique des bactéries, virus, champignons et parasites impliqués dans la contamination infectieuse, parmi lesquels on peut citer à titre d'exemples la famille des coronavirus du SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère), VIH (virus de l'immunodéficience humaine), grippe, virus Ebola, Dengue, Chikungunya ou Zika. En outre, d'autres types d'analytes
25 peuvent être une hormone, une enzyme, le glucose, un composés chimique exogène
30

(éthanol, composés pharmaceutiques ou stupéfiants et/ou leurs métabolites), les paramètres de coagulation (notamment les facteurs VII, V, X, II et le fibrinogène qui sont présents dans le plasma sanguin), les protéines endogènes (par exemple les protéines libérées par le muscle cardiaque), les métabolites, les acides nucléiques, etc. pour lesquels on cherche à déterminer la présence dans l'échantillon biologique et/ou la concentration.

En outre, de tels paramètres biologiques, physiologiques ou physiques sont, par exemple, une température corporelle, une tension artérielle, une fréquence cardiaque, un taux d'oxygène sanguin, un pH, etc.

De façon classique, il est connu de prélever un échantillon biologique et de l'analyser en laboratoire. Par la suite, un(e) biologiste établit un compte-rendu d'analyse, et le sujet ayant subi le prélèvement est autorisé ou non à se rendre dans la zone à accès limité suivant le contenu du compte-rendu.

Néanmoins, une telle procédure ne donne pas entière satisfaction.

En effet, une telle procédure peut difficilement être automatisée, et prend du temps, notamment lié à la logistique associée à la manutention des échantillons prélevés, de sorte qu'elle ne peut pas être appliquée, par exemple, à l'entrée d'un moyen de transport confiné (aéronef, train, navire, etc.) pour déterminer si chaque personne ayant réservé un billet d'avion ou de train peut ou non embarquer, suivant son état de santé ou son niveau de contamination. Or, de tels moyens de transport sont particulièrement sensibles aux effets de l'état de santé induit par les visiteurs ou par les employés, notamment parce qu'ils peuvent, soit mettre en péril la sécurité des usagers, soit induire des contaminations.

De la même façon, une telle procédure ne peut pas être appliquée à grande échelle, par exemple pour tester les potentiels participants et le personnel assistant à un rassemblement sportif, culturel ou religieux, ou encore pour filtrer les visiteurs ou le personnel d'un établissement social, médicosocial ou de santé, par exemple un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (également désigné par le sigle EHPAD).

Les raisons limitant l'usage actuel sont notamment les temps minimums pour obtenir le résultat du test (généralement supérieurs à la dizaine de minutes), la fiabilité modérée des tests (existence d'un taux non négligeable de faux négatifs) et la difficile traçabilité des échantillons pouvant donner lieu à des retards, des erreurs ou des fraudes.

Un but de l'invention est donc de proposer un dispositif d'accès permettant, de façon simple, rapide et automatisée, de générer une clé d'accès permettant le filtrage de sujets suivant leur état de santé.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'accès du type précité, dans lequel comprenant un support, un capteur et un étage de contrôle d'accès, le support comprenant une partie jetable et une partie conservable, le capteur étant porté par la partie jetable du support et étant configuré pour mesurer au moins un paramètre de santé d'un sujet, et pour délivrer un signal de détection représentatif de la mesure de chaque paramètre de santé, l'étage de contrôle d'accès étant porté par la partie conservable du support et étant configuré pour stocker, de préférence sous forme cryptée, des informations d'accès dépendant du signal de détection délivré par le capteur, la partie conservable du support étant apte à être mécaniquement séparée de la partie jetable pour former une clé d'accès permettant, en fonction des informations d'accès, l'accès ou non à la zone à accès restreint. La partie conservable est ainsi configurée pour former une unité fonctionnelle, indépendante de la partie jetable. Suite à sa séparation de la partie jetable, la partie conservable forme une clé qui peut être utilisée indépendamment de la partie jetable. Par séparation, il est entendu une séparation définitive ou une déconnexion permettant de reconnecter la partie clé à une nouvelle partie capteur jetable qui permettra de réutiliser la clé ultérieurement.

En effet, un tel dispositif d'accès combine :

- un capteur destiné à mesurer, de manière autonome et embarquée, chaque paramètre de santé du sujet, par exemple mesurer la présence d'au moins un analyte prédéterminé dans un échantillon biologique prélevé sur le sujet ; et

- un étage de contrôle d'accès, destiné à stocker, des informations dépendant d'une telle détection, couplé ou non à des données biométriques.

Par séparation de la partie conservable (qui est munie de l'étage de contrôle d'accès) de la partie jetable (qui contient le biocapteur usagé), on obtient une clé d'accès susceptible d'être utilisée comme un permis d'accès.

De cette façon, l'intervention d'un biologiste n'est pas requise, et le sujet est susceptible d'obtenir rapidement et automatiquement la clé d'accès. En outre, la partie jetable, potentiellement contaminée (voire contaminante), peut simplement être jetée, par exemple dans un conteneur sécurisé fourni sur le site du test, et/ou plongée dans une solution désinfectante pour neutraliser son éventuelle dangerosité.

En fonction des informations d'accès stockées sur la clé d'accès, par exemple lues par un lecteur agencé à une entrée d'une zone à accès restreint, le sujet pourra ou non être autorisé à accéder à ladite zone.

Il en résulte que le dispositif d'accès selon l'invention présente les avantages suivants :

- ergonomie et hygiène : le test est potentiellement non invasif (par exemple lorsqu'il est basé sur l'utilisation de la salive du sujet en tant qu'échantillon biologique), permettant au sujet humain lui-même de l'effectuer. Le capteur potentiellement souillé est détaché et jeté. En outre, le filtrage des sujets testés peut se faire sans aucune intervention humaine, par exemple au moyen de portiques automatisés ;

- coût de fabrication : de par sa structure, un tel dispositif est simple à réaliser, et présente donc un faible coût de fabrication ;

- rapidité du test : le capteur peut être optimisé de façon à délivrer un signal de détection au bout de seulement quelques minutes. En outre, sur les territoires où la législation le permet, le test peut être réalisé sans l'intervention d'un biologiste, de sorte que la clé d'accès est susceptible d'être obtenue rapidement.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le dispositif d'accès comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

5 - le capteur est destiné à être mis en contact avec un échantillon biologique prélevé sur un sujet, le capteur étant, en outre, configuré pour délivrer un signal de détection représentatif de la présence ou non d'au moins un analyte prédéterminé dans l'échantillon biologique, le signal de détection étant également représentatif de la présence ou non d'au moins un analyte prédéterminé dans l'échantillon biologique ;

10 - les informations d'accès comprennent le signal de détection et/ou des données relatives à la présence ou non d'au moins un analyte prédéterminé dans un échantillon biologique prélevé sur le sujet et/ou des données relatives à un horodatage et à une durée de validité d'une autorisation d'accès et/ou des données relatives à un lieu de validité de l'autorisation d'accès et, de préférence, un identifiant unique du sujet ;

 - l'étage de contrôle d'accès est, en outre, configuré pour stocker un identifiant unique du sujet sur lequel l'échantillon biologique a été prélevé ;

15 - l'étage de contrôle d'accès est configuré pour recevoir le signal de détection, l'étage de contrôle d'accès étant, en outre, configuré pour établir, avec une unité de traitement de données externe, une liaison sans fil, de préférence cryptée, et pour transmettre, à destination de l'unité de traitement de données, via la liaison sans fil, le signal de détection reçu en provenance du capteur, l'étage de contrôle d'accès étant également configuré pour recevoir, depuis l'unité de traitement de données, via la liaison sans fil, un signal d'analyse établi à partir du signal de détection et comprenant les informations d'accès ;

20 - l'étage de contrôle d'accès est également configuré pour recevoir de l'énergie via la liaison sans fil, l'étage de contrôle d'accès étant configuré pour prélever au moins une partie de l'énergie reçue afin de générer un signal d'interrogation du capteur, le capteur étant configuré pour délivrer le signal de détection suite à la réception du signal d'interrogation généré par l'étage de contrôle d'accès ;

25 - l'étage de contrôle d'accès est électriquement relié au capteur au moyen d'un bus de connexion, la partie conservable du support étant configurée pour être séparée de la partie jetable par cassure suivant une ligne de fracture prédéterminée,

le bus de connexion étant configuré pour se sectionner, de préférence au niveau de la ligne de fracture, lors de la séparation de la partie conservable de la partie jetable.

A titre d'exemple, dans ce mode de réalisation particulier, la partie conservable peut être composée de plusieurs parties détachables contenant chacune un étage de contrôle d'accès, disposées les unes à la suite des autres et reliées entre elles par le bus de connexion de façon à recevoir des informations à partir d'un même échantillon. Il est important de noter qu'une fois le test réalisé, la fracture au niveau du bus de connexion n'affecte pas l'information déjà transmise à l'un ou aux étage(s) de contrôlé d'accès ; ou

- l'étage de contrôle d'accès est électriquement relié au capteur au moyen d'un bus de connexion, la partie conservable du support étant configurée pour être séparée de la partie jetable par décollement au niveau d'une zone de collage prédéterminée, la continuité électrique du bus de connexion dans la zone de collage étant assurée par une colle conductrice ou par des vias configurés pour rompre lors du décollement. Il est important de noter qu'une fois le test réalisé, le décollement au niveau du bus de connexion n'affecte pas l'information déjà transmise à l'étage de contrôlé d'accès ; ou

- l'étage de contrôle d'accès est électriquement relié au capteur au moyen d'un bus de connexion, la partie conservable du support étant configurée pour être séparée de la partie jetable par déconnexion, les deux parties sont reliées entre elles par un connecteur multi contact, tel qu'à titre d'exemple un système de clé USB ou une carte mémoire. La partie mâle du connecteur peut être contenue indifféremment sur la partie conservable ou sur la partie jetable. Dans ce cas, le bus de connexion est configuré pour être discontinué de préférence au niveau de la zone de déconnexion, lors de la séparation de la partie conservable 26 de la partie jetable 24 , de cette manière la partie PASS conservable, une fois réinitialisée, est réutilisable avec une nouvelle partie capteur jetable. Il est important de noter qu'une fois le test réalisé, la déconnexion n'affecte pas l'information déjà transmise à l'étage de contrôlé d'accès ;

- l'étage de contrôle d'accès forme au moins une partie d'une radio-étiquette, de préférence apte à mettre en œuvre une communication en champ proche ;

- le capteur et la partie conservable du support sont à l'écart l'un de l'autre, une distance entre le capteur et la partie conservable du support étant supérieure à une limite de contamination prédéterminée.

5 En outre, l'invention a pour objet un système de génération de clé d'accès comprenant le dispositif d'accès tel que défini ci-dessus, et une unité de traitement de données configurée pour recevoir le signal de détection, pour générer, à partir du signal de détection reçu, un signal d'analyse comprenant les informations d'accès, et pour fournir le signal d'analyse à l'étage de contrôle d'accès.

10 En outre, l'invention a pour objet un procédé de contrôle d'accès pour autoriser ou non l'accès d'un sujet à une zone à accès restreint, le procédé mettant en œuvre le dispositif d'accès tel que défini ci-dessus et comprenant les étapes :

- mesure, au moyen du capteur d'au moins un paramètre de santé du sujet ;
- génération des informations d'accès en fonction du signal de
15 détection ;
- stockage des informations d'accès dans l'étage de contrôle d'accès ; et
- séparation de la partie conservable du support de la partie jetable pour former la clé d'accès.

20 Suivant un autre aspect avantageux de l'invention, le procédé de contrôle d'accès comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le procédé comprend, en outre, un enregistrement, dans l'étage de contrôle d'accès, d'un identifiant unique du sujet sur lequel l'échantillon biologique a été prélevé ;
- 25 - le procédé comprend, en outre, les étapes :
 - transmission du signal de détection délivré par le capteur à destination d'une unité de traitement de données, via une liaison sans fil, de préférence cryptée ;

- analyse, par l'unité de traitement de données, du signal de détection délivré par le capteur, pour déterminer une valeur de chaque paramètre de santé, et génération des informations d'accès en fonction de l'analyse du signal de détection ; et
 - après la génération des informations d'accès par l'unité de traitement
- 5 de données, transmission à destination de l'étage de contrôle d'accès d'un signal d'analyse comprenant les informations d'accès générées, depuis l'unité de traitement de données, via la liaison sans fil ;
- le procédé comprend, en outre, les étapes :
 - présentation de la clé d'accès formée à un lecteur équipant une
- 10 entrée de la zone à accès restreint ;
- lecture, au moyen du lecteur, des informations d'accès stockées dans l'étage de contrôle d'accès de la clé d'accès ;
 - autorisation ou non de l'accès du sujet à la zone à accès restreint en fonction des informations d'accès lues ;
- 15 - durant l'autorisation ou non de l'accès à la zone à accès restreint, l'accès à la zone à accès restreint est autorisé si les informations d'accès indiquent l'absence d'au moins un analyte prédéterminé dans un échantillon biologique prélevé sur le sujet ou si une valeur d'un paramètre de santé appartient à un intervalle ou un seuil prédéterminé, et est interdit sinon.

20 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système de
- 25 génération de clé d'accès selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en perspective d'une ligne de fracture d'un support d'un premier mode de réalisation d'un dispositif d'accès du système de génération de clé d'accès de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une zone de décollement d'un support d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'accès du système de génération de clé d'accès de la figure 1 ; et

5 - la figure 4 montre la partie conservable du support qui est configurée pour être séparée de la partie jetable par déconnexion.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Un système 2 de génération de clé d'accès selon l'invention est illustré par la figure 1.

10 Un tel système de génération 2 est, par exemple, destiné à être utilisé en tant qu'autotest rapide immunologique de charge virale par bio-détection électronique d'un échantillon de salive.

15 Le système de génération 2 est apte à fournir une clé d'accès permettant de déterminer si un sujet est autorisé ou non à accéder à une zone à accès restreint. Comme cela ressortira de la description qui va suivre, une telle clé d'accès est un objet physique, et non pas virtuel.

Le système de génération 2 comprend un dispositif d'accès 4 et une unité de traitement de données 6 configurée pour coopérer avec le dispositif d'accès 4 pour paramétrer la clé d'accès.

Structure

20 *Dispositif d'accès*

Comme cela ressortira de la description qui va suivre, le dispositif d'accès 6 est un dispositif portable et mono-usage.

25 Plus précisément, par « mono-usage », il est entendu au sens de la présente invention que, pour un dispositif d'accès 4 donné, un seul sujet, ou encore un seul échantillon biologique, est testé, un capteur 10 du dispositif d'accès étant, de préférence, jeté (voire détruit) après un tel test. En revanche, et comme cela sera décrit ultérieurement, la clé d'accès en elle-même est susceptible d'être présentée à de nombreuses reprises lors de contrôles destinés à déterminer si le sujet est autorisé ou

non à accéder à une ou des zone(s) à accès restreint, dans une fenêtre temporelle restreinte ou non.

Le dispositif d'accès 4 comprend un support 8, un capteur 10 et un circuit intégré 12 électriquement relié au capteur 10 au moyen d'un bus de connexion 14.

5 Le capteur 10 est configuré pour mesurer au moins un paramètre de santé d'un sujet, chaque paramètre de santé étant représentatif d'un état de santé du sujet.

Par exemple, le capteur 10 est configuré pour mesurer une température ou une tension artérielle du sujet (avec ou sans contact avec le sujet), ou encore un pH
10 d'un échantillon biologique issu du sujet.

Selon un autre exemple, le capteur 10 est sensible à au moins un analyte prédéterminé. Dans ce cas, le capteur 10 est destiné à être mis en contact avec un échantillon biologique à tester, prélevé sur le sujet, pour mesurer la présence ou non de chaque analyte prédéterminé, voire sa concentration dans l'échantillon biologique.

15 Par exemple, l'analyte prédéterminé est un composé tel qu'un acide nucléique ou une protéine représentatif d'un contaminant microbiologique, tel que qu'un contaminant viral ou bactérien, et/ou un anticorps spécifique à un antigène donné, et/ou un analyte représentatif d'un état de santé altéré et/ou d'une intoxication et/ou d'une concentration ou d'une valeur d'un paramètre physicochimique.

20 En outre, le capteur 10 est configuré pour délivrer un signal de détection représentatif de la mesure de chaque paramètre de santé prédéterminé. Par exemple, le capteur 10 est configuré de sorte que, pour chaque analyte prédéterminé, le signal de détection soit représentatif de la présence et/ou de la concentration de l'analyte dans l'échantillon biologique.

25 A titre d'exemple, l'échantillon biologique est un fluide corporel, tel que l'haleine, la salive, les expectorations, le sébum, la sueur, le sang ou les exsudats d'une plaie. Par exemple, l'échantillon biologique est issu d'un prélèvement des voies rhinopharyngées ou de la sphère buccale du sujet (salive, expectorations, etc.).

Par exemple, dans le cas où le capteur 10 est sensible à au moins un
30 analyte prédéterminé, ledit capteur 10 comprend une surface sensible comportant un

feuille de graphène déposé sur substrat rigide (par exemple, du silicium) ou sur substrat souple (polymère). Le graphène est un matériau particulièrement avantageux pour l'invention de par sa production de masse permettant le développement d'un capteur précis pour un usage unique avec un coût réduit, et son utilisation dans le domaine de la chimie de surface. Dans ce cas, le feuille de graphène est recouvert d'une couche mince présentant des groupes fonctionnels (par exemple un brin d'ADN, un oligonucléotide, un aptamère, un peptide, un enzyme ou un anticorps) spécifiques d'un analyte donné. Si l'échantillon biologique comprend l'analyte, une réaction de reconnaissance biologique entre le groupe fonctionnel et ledit analyte se produit, conduisant à une immobilisation de l'analyte qui se traduit par une variation de la charge électrostatique induite en surface du feuille de graphène. En particulier, une telle variation de charge électrostatique est d'autant plus importante que la concentration en analyte dans l'échantillon biologique est importante. Cette variation de charge électrostatique conduit à un changement de conductance électrique du feuille de graphène, dont l'amplitude traduit la concentration en analyte. Un tel changement de conductance est susceptible d'être déterminé à partir du signal de détection délivré par le capteur 10.

Le circuit intégré 12 est configuré pour recevoir le signal de détection délivré par le capteur 10 et acheminé par le bus de connexion 14, ce dernier étant par exemple réalisé au moyen de pistes 15 électriquement conductrices.

Le circuit intégré 12 est également configuré pour échanger, par communication sans fil, des signaux avec l'unité de traitement de données 6 pour la génération de la clé d'accès.

Avantageusement, le module de communication sans fil 12 est également configuré pour recevoir, sans fil, de l'énergie depuis l'unité de traitement de données 6. Une telle transmission d'énergie est, par exemple, réalisée par induction.

La mise en œuvre d'une telle transmission d'énergie sans fil est avantageuse, dans la mesure où l'implémentation de moyens de stockage d'énergie électrique au niveau du dispositif d'accès 4 n'est plus nécessaire.

A titre d'exemple, le circuit intégré 12 est configuré pour prélever de l'énergie sur une liaison sans fil 20 décrite ultérieurement.

Le circuit intégré 12 comprend un étage de numérisation 16 et un étage de contrôle d'accès 18 électriquement reliés entre eux.

L'étage de numérisation 16 est connecté au capteur 10 pour recevoir le signal de détection analogique délivré par le capteur 10, et pour le convertir en un signal de détection numérique appliqué en entrée de l'étage de contrôle d'accès 18.

En variante, l'étage de numérisation 16 n'est pas intégré au circuit intégré 12, mais est mis en œuvre au moyen d'un composant électronique indépendant. Selon une autre variante, la fonction de numérisation est réalisée par l'étage de contrôle d'accès 18 lui-même.

L'étage de contrôle d'accès 18 est configuré pour générer un signal d'interrogation du capteur 10. Dans ce cas, le capteur 10 est configuré pour délivrer le signal de détection suite à la réception du signal d'interrogation délivré par l'étage de contrôle d'accès 18. En particulier, l'étage de contrôle d'accès 18 est configuré pour générer le signal d'interrogation à partir d'au moins une partie de l'énergie reçue par le circuit intégré 12 depuis l'unité de traitement de données 6.

En outre, l'étage de contrôle d'accès 18 est configuré pour établir, avec l'unité de traitement de données 6, une liaison sans fil 20, de préférence cryptée. En outre, l'étage de contrôle d'accès 18 est configuré pour transmettre, à destination de l'unité de traitement de données 6, le signal de détection reçu en provenance du capteur 10, via la liaison sans fil 20.

Une telle liaison sans fil 20 est, notamment, établie au moyen d'une antenne (non représentée) de l'étage de contrôle d'accès 18.

Le cryptage de la liaison sans fil 20 est avantageux, dans la mesure où une telle liaison voit transiter un signal de détection dont peuvent être extraites des données sensibles, par exemple confidentielles, relatives au sujet sur lequel a été prélevé l'échantillon biologique.

De préférence, l'étage de contrôle d'accès 18 est également configuré pour transmettre, à destination de l'unité de traitement de données 6, via la liaison sans fil 20, une information relative au capteur 10. Une telle information relative au capteur 10 est, par exemple, enregistrée dans l'étage de contrôle d'accès 18 au cours de la

fabrication du dispositif d'accès 4, et est susceptible d'être utilisée par l'unité de traitement de données 6 lors de l'analyse du signal de détection, comme cela sera décrit ultérieurement.

5 L'étage de contrôle d'accès 18 est également configuré pour recevoir, depuis l'unité de traitement de données, via la liaison sans fil 20, un signal d'analyse établi à partir du signal de détection, et comprenant les informations d'accès.

Avantageusement, l'étage de contrôle d'accès 18 est, en outre, configuré pour stocker un identifiant unique du sujet dont le(s) paramètre(s) de santé est (sont) mesuré(s). Par exemple, l'identifiant unique est transmis à l'étage de contrôle
10 d'accès 18 par l'unité de traitement de données 6, via la liaison sans fil 20.

Avantageusement, l'étage de contrôle d'accès 18 forme au moins une partie d'une radio-étiquette (également appelée « tag RFID », l'acronyme étant issu de l'expression anglaise *Radio Frequency IDentification*, signifiant radio-identification). Dans ce cas, la radio-étiquette est, de préférence, apte à mettre en œuvre une communication
15 en champ proche (également appelée « NFC », acronyme de l'expression anglaise *Near Field Communication*). En variante, la radio-étiquette est apte à mettre en œuvre une communication sans fil présentant une fréquence de porteuse appartenant au domaine ultra-haute fréquence, en particulier comprise 860 MHz (mégahertz) et 960 MHz, par exemple une communication sans fil telle que définie par des standards EPCglobal ou ISO
20 18000-6c.

Le recours à la technologie RFID est particulièrement avantageux, notamment du point de vue des coûts de fabrication. En effet, une telle caractéristique confère une grande simplicité de fabrication au dispositif d'accès 4 (notamment au module de communication sans fil 12). Il en résulte que le dispositif d'accès 4 selon
25 l'invention est susceptible d'être produit de façon massive et à très faible coût, les radio-étiquettes étant généralement très peu onéreuses.

En outre, le recours à la technologie RFID octroie également la capacité de recourir à un cryptage des données stockées et des signaux échangés par voie hertzienne. De cette façon, le(s) résultat(s) du test de l'échantillon biologique sont
30 potentiellement inaltérable(s) et confidentiel(s).

Le support 8 présente, de préférence, une forme allongée. Par exemple, le support 8 se présente sous la forme d'une bandelette, d'un bâtonnet, d'un écouvillon, d'une languette, etc.

Le support 8 comprend une partie jetable 24 et une partie conservable 26 mécaniquement reliées entre elles.

Plus précisément, et comme cela apparaît sur la figure 1, la partie jetable 24 est équipée du capteur 10. En outre, la partie conservable 26 est équipée de l'étage de contrôle d'accès 18. Par ailleurs, l'étage de numérisation 16, lorsqu'il n'est pas inclus dans le circuit intégré 12, est porté soit par la partie jetable 24, soit par la partie conservable 26 du support 8.

La partie conservable 26 du support 8 est apte à être mécaniquement séparée de la partie jetable 24 pour former une clé d'accès permettant, en fonction des informations d'accès, l'accès ou non à la zone à accès restreint.

Bien évidemment, la clé d'accès en elle-même n'est pas à usage unique, et est susceptible d'être présentée lors d'une pluralité de contrôles chacun destiné à autoriser ou non l'accès du sujet associé à ladite clé d'accès à une même zone à accès restreint ou à des zones à accès restreint distinctes.

Plus précisément, la partie conservable 26 du support 8 est configurée pour être mécaniquement séparée de la partie jetable 24 par cassure, découpage, déchirure ou décollement. En outre, le bus de connexion 14 est configuré pour se sectionner lors d'une telle séparation, de façon, notamment, à permettre une séparation facile de la partie jetable 24 et de la partie conservable 26.

Selon un exemple illustré par la figure 2, la partie conservable 26 du support 8 est configurée pour être séparée de la partie jetable 24 par cassure, plus précisément par cassure suivant une ligne de fracture 28 prédéterminée. Dans ce cas, le bus de connexion 14 est configuré pour se sectionner, en particulier au niveau de la ou des ligne(s) de fracture 28.

Dans ce cas, le support 8 est, par exemple, une pièce en plastique polymère moulée dont la structure présente une encoche définissant la ligne de fracture 28 pour permettre la cassure lors d'une torsion mécanique appliquée sur le support 8. Les

pistes 15 sont, par exemple, réalisés dans un matériau conducteur facilement sécable, par exemple un polymère conducteur incorporant des particules d'argent dans une goulotte plastique enterrée dans le support 8. De cette façon, la clé d'accès est susceptible d'être utilisée à la manière d'un badge d'accès ou d'une carte de crédit prédécoupée.

5 Selon un autre exemple, illustré par la figure 3, la partie conservable 26 du support 8 est configurée pour être séparée de la partie jetable 24 par décollement au niveau d'une zone de collage 30 prédéterminée. Dans ce cas, lorsque la partie jetable 24 et la partie conservable 26 du support 8 ne sont pas mécaniquement séparées, la continuité électrique du bus de connexion 14 au niveau de la zone de collage 30 est
10 assurée par une colle conductrice (par exemple une colle conductrice chargée aux microparticules d'argent), et/ou des vias 32. De tels vias 32 sont configurés pour rompre lors du décollement de la partie conservable 26. De la même façon, la colle conductrice est configurée de façon à ne plus assurer la continuité électrique du bus de connexion 14 à l'issue du décollement de la partie conservable 26.

15 Dans ce cas, la partie conservable 26 est, par exemple, un support papier ou polymère comportant l'antenne de l'étage de contrôle d'accès sous la forme d'une structure imprimée souple réalisée en encre conductrice ou en couche mince métallique gravée, communément désignée par l'expression anglaise « *inlay RFID* ». Avantageusement, pour favoriser le décollement de la partie conservable 26, la partie
20 jetable 24 est munie, au niveau de la zone de collage 30, d'une couche antiadhésive adéquate.

Avantageusement, la clé d'accès présente une surface adhésive. De cette façon, la clé d'accès est susceptible d'être utilisée à la manière d'un autocollant et, par exemple, collée sur une pièce d'identité, une carte d'embarquement, etc.

25 Selon un exemple illustré par la figure 4, la partie conservable 26 du support 8 est configurée pour être séparée de la partie jetable 24 par déconnexion, plus précisément les deux parties sont reliées entre elles par un connecteur multi contact 50, tel qu'à titre d'exemple un système de clé USB ou une carte mémoire. La partie mâle du connecteur peut être contenue indifféremment sur la partie conservable 26 ou sur la partie
30 jetable 24. Dans ce cas, le bus de connexion est configuré pour être discontinué de

préférence au niveau de la zone de déconnexion, lors de la séparation de la partie conservable 26 de la partie jetable 24. La partie conservable 26, ainsi déconnectée de la partie jetable 24, peut alors être utilisée pour coopérer avec l'unité de traitement 6.

5 Selon tous les exemples de réalisation, la partie conservable 26 est configurée pour exercer la fonction de clé indépendamment de la partie jetable. Les éléments fonctionnels mentionnés ci-dessus (par exemple circuit intégré, stockage d'énergie, stockage d'information) sont ainsi répartis entre la partie jetable et la partie conservable de façon à permettre à la partie conservable d'exercer sa fonction de clé indépendamment.

10 De préférence, le dispositif d'accès 4 est tel que, avant la séparation de la partie jetable 24 de la partie conservable 26 du support 8, le capteur 10 et la partie conservable 26 du support 8 sont à l'écart l'un de l'autre, la distance entre le capteur 10 et la partie conservable 26 du support 8 étant supérieure à une limite de contamination prédéterminée. Ceci est avantageux, dans la mesure où une contamination de la partie
15 conservable 26, durant l'utilisation du dispositif d'accès 4 pour tester l'échantillon biologique, est ainsi potentiellement évitée.

Unité de traitement de données

Comme indiqué précédemment, l'unité de traitement de données 6, représentée sur la figure 1, est configurée pour recevoir le signal de détection depuis
20 l'étage de contrôle d'accès 18 via la liaison sans fil 20, et pour analyser ledit signal de détection. En particulier, l'unité de traitement de données 6 est apte à analyser le signal de détection, de préférence en correspondance avec le capteur 10 dont est issu ledit signal de détection, pour déterminer les paramètres de santé, par exemple déterminer la présence et/ou la concentration de chaque analyte prédéterminé correspondant dans
25 l'échantillon biologique.

Par exemple, l'unité de traitement de données 6 est un smartphone exécutant une application dédiée de traitement de signaux de détection délivrés par des capteurs 10 prédéterminés.

L'unité de traitement de données 6 est également configurée pour générer, à partir d'une telle analyse du signal de détection reçu, des informations d'accès correspondantes.

De préférence, les informations d'accès comprennent des données relatives à la présence ou non de chaque analyte prédéterminé dans l'échantillon biologique, voire à sa concentration dans l'échantillon biologique, ou encore relatives à la valeur de paramètres physiques, physiologiques ou biologiques prédéterminés.

De préférence encore, les informations d'accès comprennent des données relatives à un horodatage et à une durée de validité d'une autorisation d'accès et/ou des données relatives à un lieu de validité de l'autorisation d'accès. Ceci est avantageux, dans la mesure où la validité des résultats du test du sujet et/ou de l'échantillon biologique prélevé sur ledit sujet, effectué au moyen du système de génération 2, se trouve ainsi limitée à une fenêtre spatio-temporelle donnée. Une telle fenêtre spatio-temporelle est, par exemple, associée à un événement donné, tel que, de façon non limitative, une phase d'embarquement d'un vol commercial donné. Bien évidemment, une telle fenêtre spatio-temporelle est susceptible d'être associée à tout événement nécessitant un contrôle de sujets pour leur octroyer la possibilité d'accéder à une zone à accès restreint.

En outre, l'unité de traitement de données 6 est configurée pour transmettre un signal d'analyse à l'étage de contrôle d'accès 18, via la liaison sans fil 20, le signal d'analyse comprenant les informations d'accès générées. Il en résulte que le signal d'analyse dépend du signal de détection délivré par le capteur 10.

Avantageusement, les informations d'accès comprennent également l'identifiant unique du sujet dont les paramètres de santé ont été mesurés (par exemple à partir d'un échantillon biologique prélevé sur ledit sujet). Une telle caractéristique est avantageuse, dans la mesure où elle renforce la traçabilité de la clé d'accès, et réduit les risques de fraude.

Par exemple, dans ce dernier cas, l'unité de traitement de données 6 est configurée pour offrir la possibilité au sujet de s'identifier au moyen d'un portail sécurisé. Bien entendu, tout autre moyen d'identifier le sujet de façon univoque est envisageable.

Fonctionnement

Le fonctionnement du système de génération 2 va maintenant être décrit.

5 Pour déterminer si un sujet est autorisé ou non à accéder à une zone à accès restreint, chaque paramètre de santé prédéterminé du sujet est mesuré au moyen du capteur 10 du dispositif d'accès 4 de ce système de génération 2. Par exemple, un échantillon biologique est prélevé sur ledit sujet, puis le capteur 10 est mis en contact avec l'échantillon biologique prélevé.

10 Puis, le capteur 10 délivre le signal de détection correspondant, qui est numérisé par l'étage de numérisation 16 et appliqué en entrée de l'étage de contrôle d'accès 18. Puis, le signal de détection délivré par le capteur 10 est analysé pour déterminer chaque paramètre de santé, par exemple pour déterminer la présence ou non d'au moins un analyte dans l'échantillon biologique, et pour générer des informations d'accès dépendant d'un résultat de ladite analyse du signal de détection.

15 En particulier, une liaison sans fil 20, de préférence cryptée, est établie entre l'étage de contrôle d'accès 18 et l'unité de traitement de données 6. Dans ce cas, le signal de détection reçu par l'étage de contrôle d'accès 18 en provenance du capteur 10 est transmis à destination de l'unité de traitement de données 6 via la liaison sans fil 20, de sorte que l'analyse du signal de détection et la génération des informations d'accès sont mises en œuvre par l'unité de traitement de données 6.

20 Puis, les informations d'accès sont stockées dans l'étage de contrôle d'accès 18. De préférence, les informations d'accès sont stockées dans l'étage de contrôle d'accès 18 sous forme cryptée. De cette façon, les informations d'accès stockées dans l'étage de contrôle d'accès 18 ne peuvent être lues que par des lecteurs configurés spécifiquement pour les décrypter. Ceci augmente la sécurité de la clé d'accès, et réduit les chances de réécriture des informations qu'elle contient par un tiers malveillant.

En particulier, pour permettre un tel stockage des informations d'accès, l'unité de traitement de données 6 envoie, via la liaison sans fil 20, à destination de l'étage de contrôle d'accès 18, un signal d'analyse comprenant les informations d'accès.

Enfin, la partie conservable 26 du support 4 est séparée de la partie jetable 24 pour former la clé d'accès.

De préférence, le signal d'analyse comprend, en outre, un identifiant unique du sujet sur lequel l'échantillon biologique a été prélevé. Dans ce cas, l'unité de traitement de données 6 transmet également l'identifiant unique pour son stockage dans l'étage de contrôle d'accès.

Une fois la clé d'accès détachée de la partie jetable 24 du support 8, la clé d'accès est présentée à un lecteur équipant une entrée de la zone à accès restreint.

Puis, le lecteur lit les informations d'accès stockées dans l'étage de contrôle d'accès 18 de la clé d'accès, à la suite de quoi, en fonction des informations d'accès lues, le sujet est autorisé ou non à accéder à la zone à accès restreint.

Par exemple, l'accès à la zone à accès restreint est autorisé si les informations d'accès indiquent l'absence d'au moins un analyte dans l'échantillon biologique, ou encore si une valeur d'un paramètre de santé appartient à un intervalle ou un seuil prédéterminé, et est interdit sinon.

Par ailleurs, la partie jetable 24 du support 8 qui a été séparée de la partie conservable 26 du support 8 est, de préférence, acheminée vers une filière de traitement des déchets biologiques, et/ou plongée dans une solution désinfectante pour neutraliser son éventuelle dangerosité.

En variante, l'unité de traitement de données est intégrée dans le lecteur destiné à autoriser ou non l'accès du sujet à la zone à accès restreint, le lecteur réalisant alors l'analyse du signal de détection.

Dans ce cas, le signal de détection stocké dans l'étage de contrôle d'accès 18 forme au moins une partie des informations d'accès. Dans une telle variante, la liaison sans fil est directement établie avec le lecteur pour la transmission du signal de détection.

En outre, dans ce cas, le dispositif d'accès 4 est, de préférence, équipé d'un organe de stockage d'énergie destiné à fournir à l'étage de contrôle d'accès l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

Un tel organe de stockage d'énergie est, par exemple, chargé au moment de la fabrication du dispositif d'accès 4. Selon un autre exemple, l'organe de stockage d'énergie est chargé au moyen d'une liaison sans fil, ladite liaison sans fil étant par exemple établie pour transmettre, à destination de l'étage de contrôle d'accès 18, l'identifiant unique du sujet, avant la mesure des paramètres de santé dudit sujet par le capteur 10.

Selon une autre variante, le système 2 de génération de clé d'accès est dépourvu d'unité de traitement de données, l'étage de contrôle d'accès 18 étant configuré pour analyser le signal de détection afin d'établir les informations d'accès.

Dans ce cas également, un organe de stockage d'énergie est avantageusement prévu dans le dispositif d'accès 4 pour fournir à l'étage de contrôle d'accès 18 l'énergie nécessaire à son fonctionnement.