

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 057 972

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

21 N° d'enregistrement national : 16 60360

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 06 F 17/40 (2017.01), G 06 F 17/30, 3/14, B 60 R  
16/023

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.10.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 27.04.18 Bulletin 18/17.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : DREAMSAFE Société par actions  
simplifiée — FR.

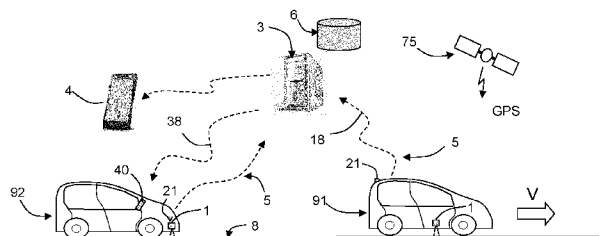
72 Inventeur(s) : HERRY SEBASTIEN, MARQUES  
BERTRAND et SEGURET PHILIPPE.

73 Titulaire(s) : DREAMSAFE Société par actions simpli-  
fiée.

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 SYSTEME DE PARTAGE D'INFORMATIONS UTILISANT DES CAPTEURS D'HYGROMETRIE ET DE  
TEMPERATURE DE CHAUSSEE.

57 Système de collecte et de mise à disposition d'informations concernant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur le réseau routier, le système comprenant des dispositifs de collecte d'information (1,2) géolocalisés et configurés pour mesurer la température du sol et l'hygrométrie ambiante et transmettre ces informations à distance par un réseau sans fil, une première partie (E1) des dispositifs de collecte étant installés sur des véhicules et une seconde partie (E2) installés à demeure en bord de route, un serveur (3) distant collectant la remontée d'informations et alimentant une base de données et calculant le risque de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier, et des applications disponibles sur des appareils électroniques portables (4) ou embarqués à bord de véhicules (90-95), sur lesquels des utilisateurs peuvent consulter une carte de risques de verglas ou grâce auquel un système de navigation peut prendre en compte ces données pour calculer un itinéraire optimal en sécurité.



FR 3 057 972 - A1



**Système de partage d'informations utilisant des capteurs  
d'hygrométrie et de température de chaussée.**

La présente invention est relative aux systèmes de  
5 partage d'informations utilisant des capteurs d'hygrométrie  
et de température de chaussée des routes du réseau routier.

Contexte et Art Antérieur

Il est connu que le verglas qui peut se former parfois  
sur les routes entraîne des accidents de la circulation  
10 routière. Souvent, il est difficile pour les conducteurs de  
détecter des plaques de verglas et d'anticiper suffisamment  
pour gérer la situation.

Des constructeurs automobiles ont prévu, grâce à la  
mesure de la température de l'air extérieur, un  
15 avertissement particulier destiné au conducteur, selon  
lequel un pictogramme est affiché ou un clignotement de la  
température se produit, par exemple lorsque la température  
est comprise entre  $-3^{\circ}\text{C}$  et  $+3^{\circ}\text{C}$ .

Cela peut s'avérer utile, mais les inventeurs ont  
20 constaté que cette information n'était pas assez précise,  
en effet c'est la température de la chaussée elle-même  
ainsi que l'hygrométrie présente et antérieure qui forment  
ensemble le critère déterminant pour estimer le risque de  
formation d'une plaque de verglas.

De plus, l'information donnée sur la température d'air  
25 dans l'environnement du véhicule ne permet pas au  
conducteur d'anticiper, c'est en fait une information trop  
tardive. De même, un système d'alerte tel que celui  
enseigné par le document US5416476 s'avère bien trop  
30 tardif.

Il est donc apparu un besoin d'une part d'améliorer les  
moyens de détection de possible formation de verglas et  
d'autre part d'améliorer la mise à disposition des  
informations disponibles pour les conducteurs en général.

Résumé de l'invention

A cet effet, il est proposé un système de collecte et de mise à disposition d'informations concernant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur le réseau routier, le système comprenant :

- 5 - une pluralité de dispositifs de collecte d'information (1,2), chaque dispositif de collecte étant géolocalisé et configuré pour mesurer au moins la température du sol et l'hygrométrie ambiante et transmettre ces informations à distance par un réseau sans fil, une première partie (E1) des dispositifs de collecte étant installés sur des véhicules et une seconde partie (E2) à demeure en bord de route,
- 10 - au moins un serveur (3) distant, collectant la remontée d'informations en provenance de la pluralité des dispositifs de collecte, et alimentant une base de données temps réel, et calculant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier,
- 20 - une pluralité d'applications disponibles sur des appareils électroniques portables (4) ou embarqués à bord de véhicules (90-95), sur lesquels des utilisateurs peuvent consulter une carte de risques de verglas ou grâce auquel un système de navigation peut prendre en compte ces données pour calculer un itinéraire optimal en sécurité.

Grâce à ces dispositions, on peut fournir une cartographie des zones à risques de plaques de verglas en temps réel. De plus, la collecte des données est optimisée en mixant la collecte par des capteurs embarqués et par des capteurs à position fixe. On remarque aussi que le système proposé mobilise très peu des ressources de communication sans fil du fait d'une très faible occupation en bande passante et un faible volume de données.

35 Dans divers modes de réalisation de l'invention, on

peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes.

Selon une option, les dispositifs de collecte installés à demeure en **bord de route** (2,E2) sont **autonomes** en énergie et comprennent une batterie électrique rechargeable (29) et un ensemble de cellules photovoltaïques (27). Ainsi ils ne nécessitent aucun entretien ni remplacement de piles, ce qui représente un optimum technico économique.

Selon une option, les dispositifs de collecte sont configurés pour mesurer la température du sol **à distance** D, ladite distance étant comprise entre 30 cm et 200 cm. C'est bien la température du sol qu'on mesure et pas celle de l'air.

Selon une option, les dispositifs de collecte peuvent être configurés pour mesurer en outre la **température ambiante**. Cela permet de détecter, par corrélation, un éventuel défaut manifeste du capteur de température de sol ; et cela permet de conforter la cartographie.

Selon une option, le réseau de communication sans fil est un réseau bas débit utilisant des coupleurs basse consommation, de type SigFox™, LoRa™, ou équivalent. On minimise le coût des ressources de communication sans fil et on peut utiliser un très grand nombre de capteurs sans saturer les ressources de communication hertziennes.

Selon une option, chacun des dispositifs (1) de la première partie (E1) fonctionne avec une première fréquence d'activation (F1) lorsque les véhicules roulent et chacun des dispositifs (1) de la seconde partie (E2) fonctionne avec une seconde fréquence d'activation (F2), avec une condition générale **F1 > F2**. On minimise la consommation sur les dispositifs du second E2 et on optimise la collecte avec les dispositifs du premier type E1.

Selon une option, chaque dispositif de collecte de la première partie, la fréquence d'activation (F1) est généralement proportionnelle à la vitesse de déplacement

(V) du véhicule sur lequel le dispositif est installé. On obtient ainsi des points de collecte régulièrement espacés.

La présente invention vise par ailleurs aussi une méthode de collecte et de mise à disposition d'informations  
5 concernant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur le réseau routier, la méthode comprenant les étapes :

a- mesurer au moins la température du sol et l'hygrométrie ambiante au moyen d'une pluralité de dispositifs de  
10 collecte d'information (1,2), chaque dispositif de collecte étant géolocalisé,

b- transmettre à distance par un réseau sans fil (5) vers un serveur (3), les informations géolocalisées de température du sol et d'hygrométrie,

15 c- collectant dans le serveur la remontée d'informations en provenance de la pluralité des dispositifs de collecte,

d- alimenter une base de données temps réel,

e- calculer le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier,

20 f- mettre à disposition une carte de risques de verglas à destination d'une pluralité d'applications disponibles sur des appareils électroniques portables (4) ou embarqués à bord de véhicules, sur lesquels des utilisateurs peuvent consulter une carte de risques de verglas ou grâce auquel  
25 un système de navigation peut prendre en compte ces données pour calculer un itinéraire optimal en sécurité.

Selon une option, une première partie (E1) des dispositifs de collecte sont installés sur des véhicules et une seconde partie (E2) sont installés à demeure en bord de  
30 route, et chacun des dispositifs (1) de la première partie (E1) fonctionne avec une première fréquence d'activation (F1) variable lorsque les véhicules roulent et chacun des dispositifs (2) de la seconde partie (E2) fonctionne avec une seconde fréquence d'activation (F2) fixe, avec une  
35 condition générale **F1 > F2**.

La présente invention vise par ailleurs aussi un dispositif de collecte d'information (2), configuré pour mesurer au moins à distance la température du sol et l'hygrométrie ambiante et transmettre ces informations à distance par un réseau sans fil (5), le dispositif comprenant une batterie électrique rechargeable (29), un ensemble de cellules photovoltaïques (27), un circuit de mesure de température sans contact (24), un circuit de mesure de d'hygrométrie (26), un microcontrôleur (23), un capteur de géolocalisation GPS (22), une interface de communication (21) de type Sigfox™ ou LoRa™.

Un tel dispositif permet de collecter et de transmettre, en quasi temps réel, la température du sol sur le réseau routier, avec un fonctionnement autonome et sans maintenance.

#### Description des figures

D'autres aspects, buts et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. L'invention sera également mieux comprise en regard des dessins joints sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un système de partage d'informations avec des véhicules équipés de dispositifs de collecte d'informations et des applications de visualisation et d'utilisation de la cartographie des zones à risques de verglas,

- la figure 2 représente une coupe d'une chaussée de réseau routier équipée de dispositifs de collecte installés à demeure,

- la figure 3 représente une portion de réseau routier illustrant l'installation des dispositifs de collecte en bordure de route et dans les véhicules qui circulent,

- la figure 4 illustre un exemple de procédé utilisé pour collecter et partager des informations,

- la figure 5 représente un bloc diagramme de

dispositif de collecte autonome tel que ceux installés à demeure en bordure de route,

- la figure 6 représente un bloc diagramme de dispositif de collecte embarqué tel que ceux installés à bord de véhicules,

- la figure 7 illustre un exemple de restitution cartographique,

- la figure 8 illustre les fréquences d'activation des capteurs, à savoir mesure et envoi d'informations vers le serveur par le réseau à bas débit.

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

#### Description détaillée

Les figure 1 à 3 montrent une vue d'ensemble d'un système **10** de collecte et partage d'information au sujet de la présence de gel et du risque de présence de plaques de verglas sur des segments de chaussée du réseau routier.

Le système utilise tout d'abord un ensemble de géolocalisation par satellites **75** bien connu sous le vocable GPS ; on note que d'autres systèmes équivalents comme Glonass ou Galileo peuvent aussi être utilisés.

Certains véhicules **90** sont équipés d'un boîtier capteur **1**, autrement appelé d'une manière générique « dispositif de collecte d'informations » **1**.

Selon une configuration, ce boîtier capteur **1** se présente comme un équipement additionnel relié au véhicule seulement par l'alimentation électrique et possédant par ailleurs plusieurs fonctionnalités comme réception GPS, émission de données par un réseau de communication sans fil, un capteur de température à distance pour mesurer la température de la chaussée **8**, un capteur d'hygrométrie pour mesurer l'humidité de l'air ambiant.

Selon une variante de solution, illustrée par le véhicule repéré **91**, le véhicule est équipé dès sa fabrication des fonctionnalités liées à la collecte

d'informations sur la température pour mesurer la température de la chaussée **8**; selon un exemple parmi d'autres on dispose un capteur de température distante 1' dirigé vers le sol, le capteur d'hygrométrie, le capteur de 5 température d'air ambiant, le récepteur GPS pouvait faire déjà partie de l'équipement de base du véhicule. Le réseau de communication sans fil pour transmettre les informations collectées à destination d'un serveur distant peut lui aussi être un équipement de base du véhicule.

10 En référence à la figure 2, on dispose un deuxième type de dispositifs de collecte de données référencés **2**, à des emplacements prédéterminés au bord de la route. Plus précisément, on installe ces boîtiers capteur **2** sur des poteaux **12**, ou bien sur des glissières de sécurité **13** déjà 15 existantes. Le capteur de température à distance vise en oblique une portion de chaussée **80**.

De préférence, le positionnement de ces boîtiers capteur est fixe ; toutefois il n'est pas exclu qu'il y ait un mouvement commandé qui permet à partir de ce boîtier 20 capteur **2** de mesurer la température de la chaussée en quelques points distincts. Comme il sera vu plus loin, les boîtiers capteur **2** sont autonomes et sont alimentés par un panneau solaire **27** équipé de cellules photovoltaïques.

Pour revenir aux capteurs **1** du premier type embarqués à 25 bord de véhicules, ceux-ci sont configurés pour mesurer la température de chaussée pendant qu'ils se déplacent sur des zones de pointage **80** du capteur de température à distance ; ainsi, on peut multiplier les prises d'informations tout au long du parcours du véhicule. Ceci est aussi valable pour 30 tous les autres véhicules équipés d'une telle fonction de collecte. Par conséquent, le nombre de points de mesure relevés peut être avantageusement très important. Des dispositifs de collecte peuvent être montés sur différents types de véhicules par exemple camions, de fourgons, motos, 35 etc.



De plus, il est particulièrement avantageux d'avoir des informations récentes à propos de la température de chaussée ; on utilise une base de données cartographique 6 de ces informations dans au moins un serveur informatique 5 **3** ; cette base de données **6** est en outre mise à jour en temps réel.

Et donc par conséquent le rafraîchissement des informations est particulièrement important. On met à profit le parcours de véhicules équipés sur le réseau 10 routier pour collecter naturellement les informations de température de chaussée. Sur les portions de routes **53** qui sont habituellement soumises à des phénomènes de verglas, on comprend que dans ces conditions, il est avantageux de prévoir des dispositifs de collecte **2** à positions fixes qui 15 peuvent donner un rafraîchissement des informations même si aucun véhicule équipé de capteurs n'est passé par là récemment. On peut ainsi traiter particulièrement les courbes de route **41** ou la présence d'une plaque de verglas est particulièrement redoutable, en installant des boîtiers 20 capteur de 2eme type dans ces zones potentiellement accidentogènes.

Chaque dispositif de collecte, après une brève mesure, transmet un message **18** portant ces informations collectées via un réseau de communication sans fil à bas débit **5**. Dans 25 l'exemple illustré, on utilise pour ce réseau de communication le réseau à bas débit nommé Sigfox™, optimisé pour l'internet des objets, à savoir faible consommation et bas débit donc faible occupation des ressources de communication sans fil ; toutefois 30 l'utilisation d'un réseau de type LoRa™ ou équivalent peut être aussi envisagé.

Pour les dispositifs de collecte **2** postés en bande route, il est prévu une fréquence d'activation fixe **F2**. Cette fréquence **F2** est assez lente pour des raisons qui 35 seront vues plus loin.

En revanche, s'agissant des boîtiers de collecte installés sur des véhicules qui roulent, il est prévu que la fréquence d'activation **F1** pour chaque boîtier soit variable, et en particulier dans une certaine mesure proportionnelle à la vitesse instantanée de déplacement **V** du véhicule sur lequel chaque boîtier est installé. Ainsi, chaque véhicule permet de collecter informations de température sur une série de points **80** plutôt régulièrement espacés.

10 Ainsi, grâce à un premier sous-ensemble **E1** de dispositifs de collecte géolocalisés du premier type installés à bord des véhicules (**91, 92, 93, 94, 95**) et à un second sous-ensemble **E2** de dispositifs de collecte du second type installés en bord de route, on peut disposer  
15 d'une cartographie temps réel grâce au stockage dans le serveur 3 et d'un historique des températures de chaussée ainsi que des informations d'hygrométrie (taux d'humidité).

L'ensemble de capteurs **E** formé par la réunion du premier sous-ensemble **E1** et du deuxième sous-ensemble **E2**  
20 constitue un optimum pour collecter un grand nombre d'informations pertinentes avec un nombre modéré de boîtiers capteur.

Le serveur distant **3** collecte en permanence la remontée d'informations en provenance des divers dispositifs de  
25 collecte, et alimente la base de données temps réel **6**. Outre les dernières valeurs reçues, la base de données peut optionnellement stocker l'historique récent par exemple les valeurs enregistrées au cours de l'heure qui précède.

Le serveur distant **3** calcule le risque de gel et/ou de  
30 formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier.

S'agissant de la cartographie routière, selon les dispositions déjà connues pour les applications d'info  
35 trafic, on découpe le réseau routier en une pluralité de segments chacun ayant un code appelé « TMC code » ; chaque

segment est affecté d'un index de probabilité de verglas, un pour chaque sens de circulation optionnellement.

Bien entendu, le territoire d'intérêt est découpé en différentes zones géographiques ce qui permet de  
5 spécialiser la diffusion d'informations selon la localisation géographique effective de l'utilisateur. On peut ainsi minimiser le volume des données descendantes et les spécialiser à la zone où le mobile demandeur se trouve.

Le serveur distant **3** met à disposition ces  
10 informations à des utilisateurs, en particulier pour des applications disponibles sur des appareils électroniques portables **4** (smartphone typiquement) ou appareils de navigation **40** embarqués à bord de véhicules (équipés ou non de boîtiers de collecte). Les utilisateurs de smartphones **4**  
15 peuvent ainsi consulter une carte de risques de verglas. Les appareils de navigation **40** peuvent prendre en compte ces données pour calculer un itinéraire optimal en sécurité.

Le capteur utilisé pour mesurer la température à  
20 distance, est un capteur de type infrarouge spectral ; on peut utiliser un capteur de type Thermopile, pyromètre monochromatique, pyromètre bi-chromatique.

Parmi les choix possibles, on peut citer les gammes de composants Warsash Scientific™ DigiPile™, Excelitas™  
25 DigiPyro®, Melexis™ MLX90614, etc...

De préférence, on choisit un composant capteur infrarouge **24** pour mesurer la température de la chaussée avec une précision au demi-degré (0,5°C) ou plus précis.

Le capteur mesure la température du sol à distance **D**,  
30 ladite distance D étant comprise entre 20 cm et 200 cm. Pour les dispositifs embarqués **1**, la distance D est de l'ordre de 20 cm à 30 cm. Pour les dispositifs postés en bord de route **2**, la distance D est de l'ordre de 100 cm à 200 cm suivant le type d'installation.

35 Outre la température du sol, le boîtier capteur de 2eme

type peut en outre mesurer la température ambiante, c'est-à-dire la température de l'air. Cette information permet de conforter la validité de la mesure de la température sol ; en effet, l'écart entre température sol et température ambiante peut aller de zéro à 5° ou 6°, mais au-delà, cela dénote une incohérence de mesure et cela peut conduire à demander le nettoyage de la paroi transparente de protection du capteur à distance.

Le serveur distant **3** envoie dans un réseau de diffusion via communication sans fil des messages **38** représentant des segments routiers sur lesquels le risque de plaques de verglas dépasse un seuil prédéterminé. La mise à disposition des informations peut être faite en mode de diffusion ('Broadcast') ou bien selon une logique de requêtes client-serveur. Le mode utilisé peut être dépendant du type d'appareils de réception, à savoir un Smartphone relié par une liaison de données sans fil, un ordinateur ou une tablette directement connectée à Internet en haut débit, un système de navigation embarqué à bord d'un véhicule, et de la position géographique courante.

Sur la figure 5, on a représenté un boîtier capteur / dispositif de collecte du deuxième type, à savoir installé sur un poteau ou plus généralement sur l'infrastructure de bord de route. Il n'est pas exclu d'avoir ce type de boîtier installé en zone supérieure sur un portique.

Pour l'alimentation en énergie électrique, on utilise un petit panneau solaire **27** équipé d'une pluralité de cellules photoélectriques comme connu en soi. Le panneau solaire alimente en énergie électrique une batterie rechargeable **29** dont la capacité est choisie typiquement entre 1Ah et 3Ah.

Dans certains cas, il est possible de prévoir de déporter le panneau solaire comme dans le cas où le capteur infrarouge est installé dans un tunnel du réseau routier.

Le dispositif de collecte **2** du deuxième type comprend

en outre un microprocesseur **23** formant l'unité de calcul principal, un coupleur de communication sans fil **21**, un récepteur de signaux GPS **22**, un capteur d'humidité **26** (capteur d'hygrométrie), le capteur de température distante **24** déjà mentionné plus haut, et un capteur de température ambiante **25**.

Comme illustré sur la figure 6, les dispositifs de collecte **1** du premier type comprennent les mêmes composants excepté la source d'alimentation électrique qui dans ce cas est une connexion filaire à deux bornes, une alimentation positive Vbat **17** et un raccordement à la masse du véhicule.

On comprend dès lors que les dispositifs de collecte du premier type, étant alimentés par l'équipement électrique du véhicule le plus souvent pendant le cycle de conduite, ils ne sont pas soumis aux mêmes exigences de faible consommation électrique que les dispositifs de collecte **2** du second type.

Pour être suffisamment autonome en énergie la nuit et même sur 48 ou 72 heures d'affilée avec météo couverte (nuages bas, brouillard), les dispositifs de collecte **2** du second type présentent par conséquent un cycle d'activation assez lent correspondant à la deuxième fréquence F2 déjà mentionnée, avec une activation périodique de période **T2** par exemple toutes les 10 minutes. Avec une batterie dimensionnée à 1Ah, on obtient une autonomie de trois jours, avec une batterie dimensionnée à 3Ah, on obtient une autonomie de plus d'une semaine. Une batterie plus conséquente peut être prévue pour traiter le cas des zones souvent enneigées.

On remarque qu'entre deux activations, le dispositif de collecte tombe dans un état de sommeil avec consommation électrique minimale (Seule une horloge basse fréquence et basse consommation continues à tourner). On remarque aussi que l'interface de communication sans fil envoie des données et n'est pas prévue pour recevoir de données, ce

qui limite fortement la consommation électrique.

Bien entendu, l'orientation du panneau solaire **27** est choisie pour optimiser le flux lumineux moyen journalier de soleil.

5 Quant aux dispositifs de collecte **1** du premier type, on optimise leur masse et leur encombrement, typiquement un boîtier **1** du premier type aura une masse inférieure à 100 g et de manière plus préférée inférieure à 50 g et pourra tenir dans un parallélépipède de 10cmX10cmX4cm.

10 D'une manière générale, une intégration mécatronique permettra de diminuer la taille d'un dispositif de collecte jusqu'à la taille d'un paquet de cigarettes, à savoir 20mm X 55mm X 90mm.

On note que le serveur distant **3** peut être formé en  
15 variante par des ressources variées dans le cloud informatique.

Pour calculer un indice de risque de plaques de verglas à chaque instant T, pour chaque point cartographié, on prend en compte la mesure de taux d'humidité cumulé sur une  
20 période prédéterminée précédent l'instant T, et le profil de température à l'instant T ainsi que dans la période prédéterminée précédent l'instant T.

Le calcul de l'indice de risque de verglas peut aussi prendre en compte la position cartographique et  
25 géographique de chacun des points/portions de route. Par exemple, on peut avoir des paramètres de correction pour traiter les cas d'une route sur un pont, dans une zone qui reste à l'ombre très tard, dans une zone bordée par un massif forestier, une zone venteuse, etc. Bien entendu, la  
30 date du jour dans la saison est aussi un paramètre qui peut influencer le calcul de risques de verglas.

Sur la figure 8, on voit que la fréquence **F1** utilisée comme fréquence d'activation des boîtiers de collecte du premier type est variable, et cette fréquence peut être  
35 ajustée, sur chacun des dispositifs de collecte, en

fonction de la vitesse d'avancement **V** du véhicule.

Par exemple on pourrait choisir  $F1 = 0,2 \text{ Hz} + V/5 \text{ Hz}$ , **V** étant exprimé en mètre par seconde, ce qui donne une activation toutes les cinq secondes à vitesse nulle ou  
5 quasi nulle.

On peut aussi choisir  $F1 = V/5 \text{ Hz}$ , **V** étant exprimé en mètre par seconde, aucune mesure n'étant réalisé lorsque le véhicule est à l'arrêt.

En règle générale, pour les véhicules roulants, on  
10 observera **F1 > F2** nonobstant les variations de **F1**.

La figure 4 illustre la méthode employée dans l'exemple donné.

Etape a) chaque dispositif géolocalisé de collecte mesure au moins la température du sol et l'hygrométrie.

15 Etape b) chaque dispositif de collecte transmet 18 à distance par le réseau sans fil 5 vers le serveur 3, les informations géolocalisées de température du sol et d'hygrométrie,

Etape c) le serveur collecte la remontée d'informations en  
20 provenance des dispositifs de collecte, et alimente la base de données **6** temps réel (étape d)).

Dans le serveur, on calcule le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier (étape e)).

25 Puis (étape f)) on met à disposition une cartographie des risques de verglas à destination des applications disponibles sur des appareils électroniques portables 4 ou embarqués 40 à bord de véhicules.

La figure 7 illustre un exemple de restitution  
30 cartographique avec les zones à risques de verglas **71** qui sont mis en valeur, soit par une couleur particulière, soit par une épaisseur de rendu particulière, soit par les deux combinés.

On peut disposer d'une carte générale **7A** et d'une ou  
35 plusieurs portions de carte zoomées **7B**. En glissant le

pointeur (souris ou doigt sur un point particulier), on peut faire afficher la température du sol et celle de l'air dans une bulle pop-up.

La restitution cartographique suit aussi en temps réel la base de données **6** du serveur **3** et les indices de risques.

Il faut noter qu'il n'est pas exclu d'installer des dispositifs de collecte **2** du deuxième type, c'est-à-dire autonomes en énergie grâce au panneau solaire, sur des véhicules.

Concernant le packaging des dispositifs de collecte, notamment ceux du second type, l'ensemble de l'électronique est contenu dans un boîtier étanche avec une performance d'étanchéité de préférence supérieure ou égale à IP68.

On peut prévoir un nettoyage périodique de la face frontale du capteur de température à distance, soit par maintenance manuelle, soit par une petite buse de soufflage d'air que la face avant du capteur à distance, activée par exemple une ou deux fois par jour.

La base de données temps réel **6** est incrémentale, c'est-à-dire, que le volume de données augmente avec le temps et nombre de véhicules en circulation équipée de capteurs ainsi que l'équipement croissant des portions de routes à risques de verglas avec des capteurs de ce type en bord de route.

Selon un autre aspect avantageux, on mesure la température de chaussée sans mettre aucun élément physique dans la chaussée elle-même. Ainsi les produits de déverglaçage, les hydrocarbures et huiles, et autres produits chimiques qui peuvent être présents sur la chaussée n'ont aucun impact sur le bon fonctionnement à long terme du système ; à l'inverse des capteurs implantés dans le chaussée qui sont endommagés par de tels produits ainsi que par l'abrasion mécanique du roulement des véhicules.



**REVENDICATIONS**

1. Système de collecte et de mise à disposition d'informations concernant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur le réseau routier, le système comprenant :
- 5
- une pluralité de dispositifs de collecte d'information (1,2), chaque dispositif de collecte étant géolocalisé et configuré pour mesurer au moins la température du sol et l'hygrométrie ambiante et transmettre ces informations à distance par un réseau sans fil, une première partie (E1) des dispositifs de collecte étant installés sur des véhicules et une seconde partie (E2) installés à demeure en bord de route,
  - 10
  - au moins un serveur (3) distant collectant la remontée d'informations en provenance de la pluralité des dispositifs de collecte, et alimentant une base de données temps réel, et calculant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier,
  - 15
  - une pluralité d'applications disponibles sur des appareils électroniques portables (4) ou embarqués à bord de véhicules (90-95), sur lesquels des utilisateurs peuvent consulter une carte de risques de verglas ou grâce auquel un système de navigation peut prendre en compte ces données pour calculer un itinéraire optimal en sécurité.
  - 20
  - 25
2. Système selon la revendication 1, dans lequel les dispositifs de collecte installés à demeure en bord de route (2,E2) sont autonomes en énergie et comprennent une batterie électrique rechargeable (29) et un ensemble de cellules photovoltaïques (27).
- 30
3. Système selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel les dispositifs de collecte sont configurés pour
- 35

mesurer la température du sol à distance D, ladite distance étant comprise entre 30 cm et 200 cm.

4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les dispositifs de collecte sont configurés pour mesurer en outre la température ambiante.

5. Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le réseau de communication sans fil est un réseau bas débit utilisant des coupleurs basse consommation, de type SigFox™, LoRa™, ou équivalent.

6. Système selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel chacun des dispositifs (1) de la première partie (E1) fonctionne avec une première fréquence d'activation (F1) lorsque les véhicules roulent et chacun des dispositifs (1) de la seconde partie (E2) fonctionne avec une seconde fréquence d'activation (F2), avec une condition générale **F1 > F2**.

20

7. Système selon la revendication 6, dans lequel pour chaque dispositif de collecte de la première partie, la fréquence d'activation (F1) est généralement proportionnelle à la vitesse de déplacement (V) du véhicule sur lequel le dispositif est installé.

8. Méthode de collecte et de mise à disposition d'informations concernant le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur le réseau routier, la méthode comprenant les étapes :

- a- mesurer au moins la température du sol et l'hygrométrie ambiante au moyen d'une pluralité de dispositifs de collecte d'information (1,2), chaque dispositif de collecte étant géolocalisé,
- b- transmettre à distance par un réseau sans fil (5) vers

un serveur (3), les informations géolocalisées de température du sol et d'hygrométrie,  
c- collectant dans le serveur la remontée d'informations en provenance de la pluralité des dispositifs de collecte,  
5 d- alimenter une base de données temps réel,  
e- calculer le risque de gel et/ou de formation de plaques de verglas sur chaque segment d'intérêt du réseau routier,  
f- mettre à disposition une carte de risques de verglas à destination d'une pluralité d'applications disponibles sur  
10 des appareils électroniques portables (4) ou embarqués à bord de véhicules.

**9.** Méthode selon la revendication 8, dans lequel une première partie (E1) des dispositifs de collecte sont  
15 installés sur des véhicules et une seconde partie (E2) sont installés à demeure en bord de route, et  
chacun des dispositifs (1) de la première partie (E1) fonctionne avec une première fréquence d'activation (F1) variable lorsque les véhicules roulent et chacun des  
20 dispositifs (2) de la seconde partie (E2) fonctionne avec une seconde fréquence d'activation (F2) fixe, avec une condition générale  $F1 > F2$ .

**10.** Dispositif de collecte d'information (2), configuré  
25 pour mesurer au moins à distance la température du sol et l'hygrométrie ambiante et transmettre ces informations à distance par un réseau sans fil (5), le dispositif comprenant une batterie électrique rechargeable (29), un ensemble de cellules photovoltaïques (27), un circuit de  
30 mesure de température sans contact (24), un circuit de mesure de d'hygrométrie (26), un microcontrôleur (23), un capteur de géolocalisation GPS (22), une interface de communication (21) de type Sigfox™ ou LoRa™.

FIG. 1

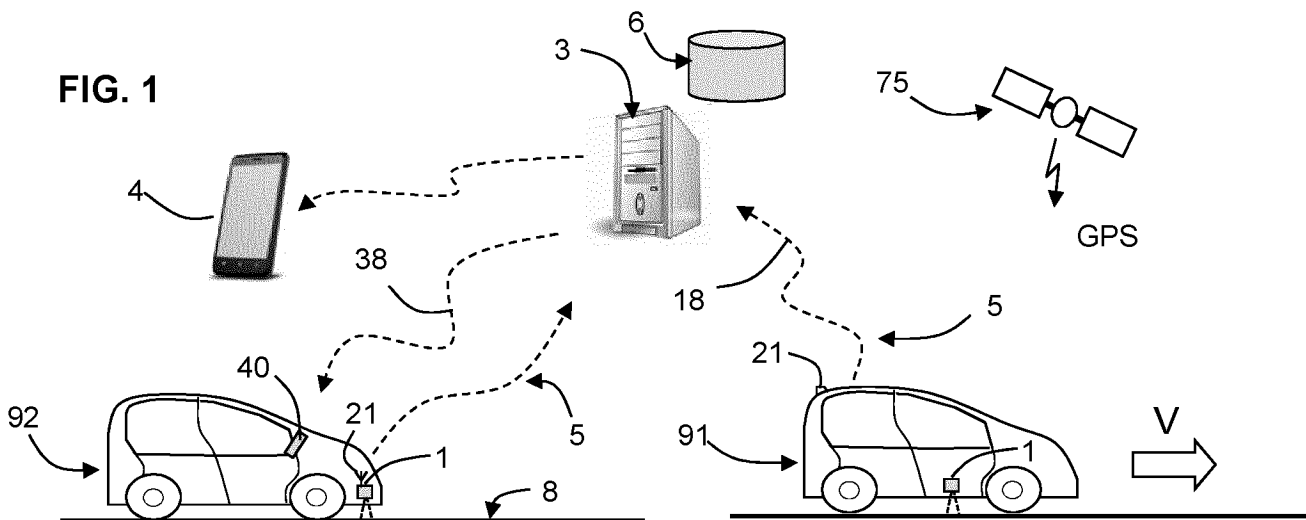


FIG. 2

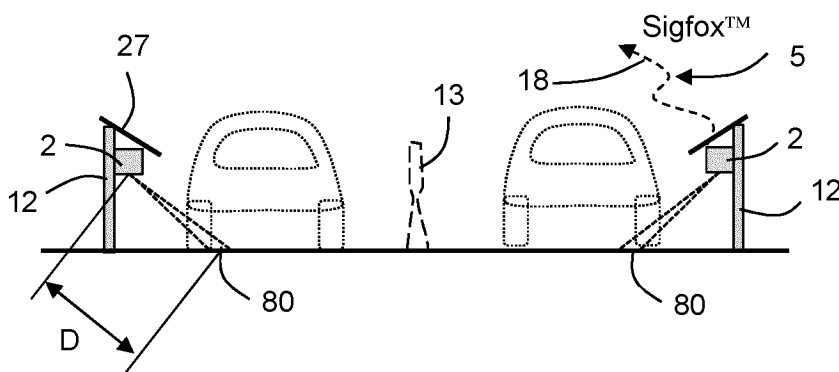
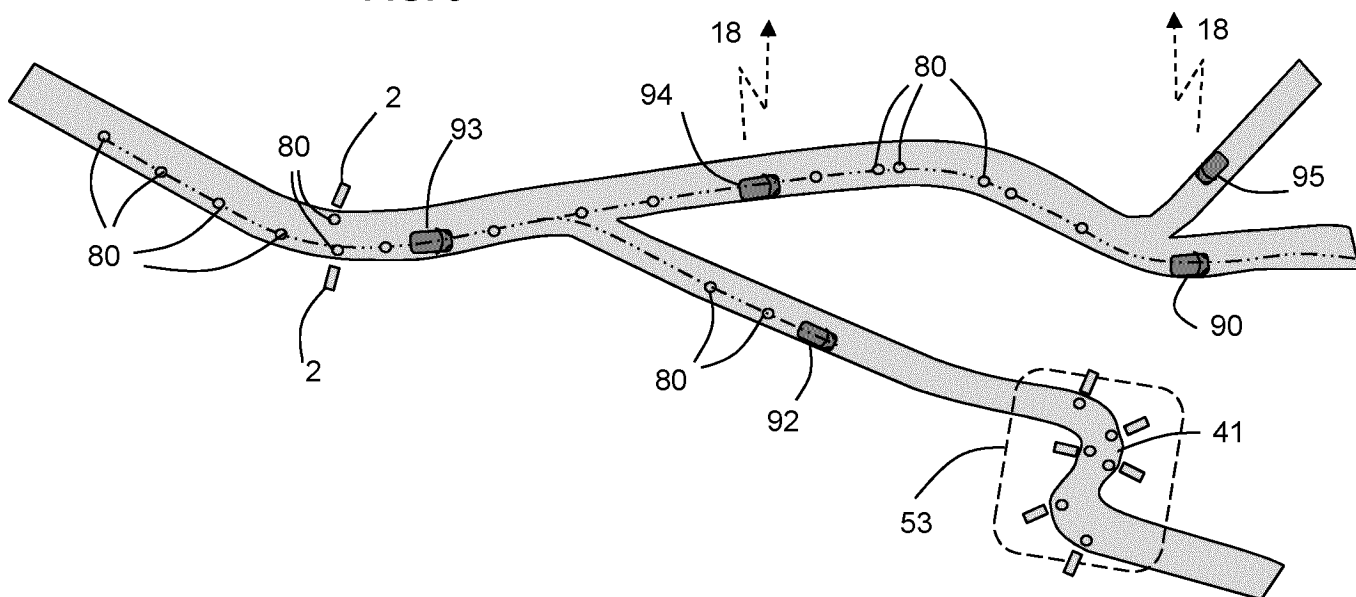


FIG. 3



2/4

FIG. 4

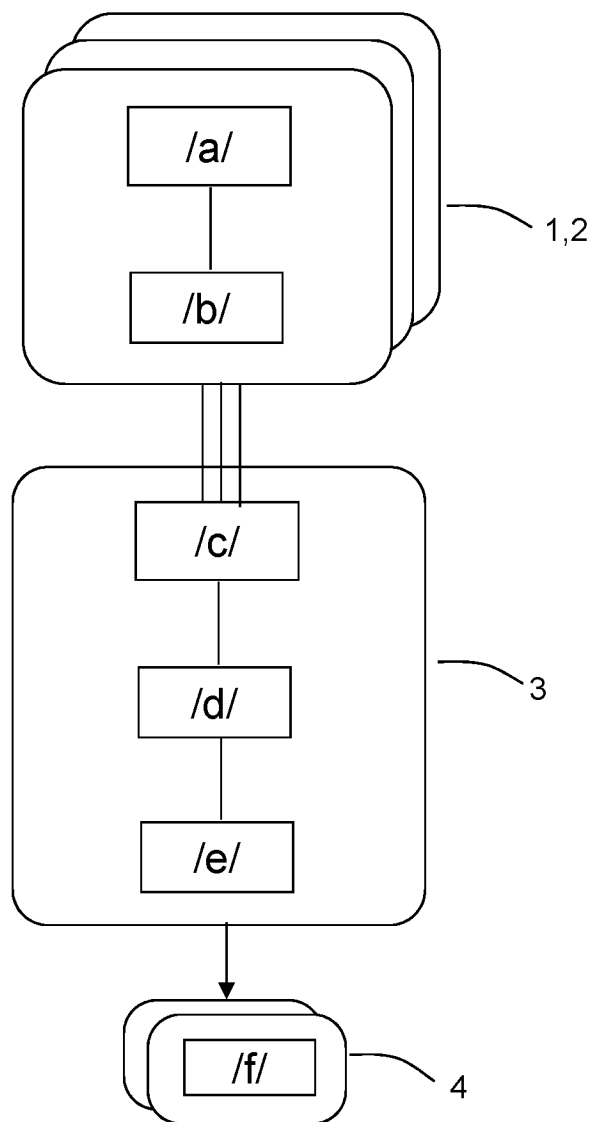
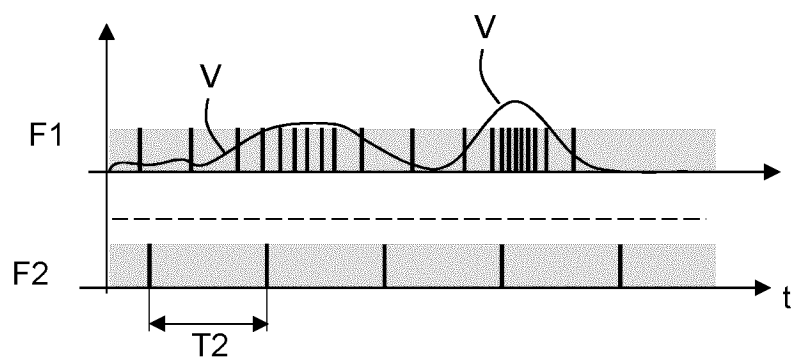


FIG. 8



3/4

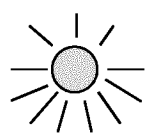


FIG. 5

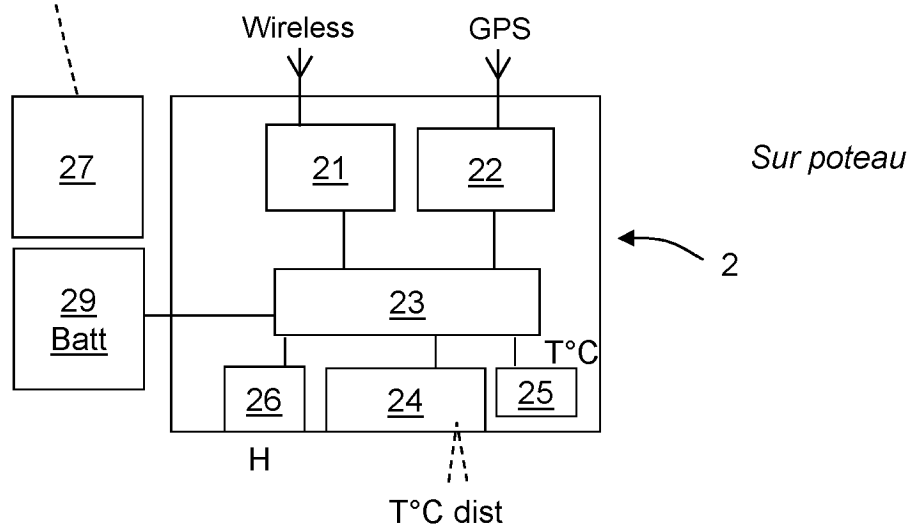
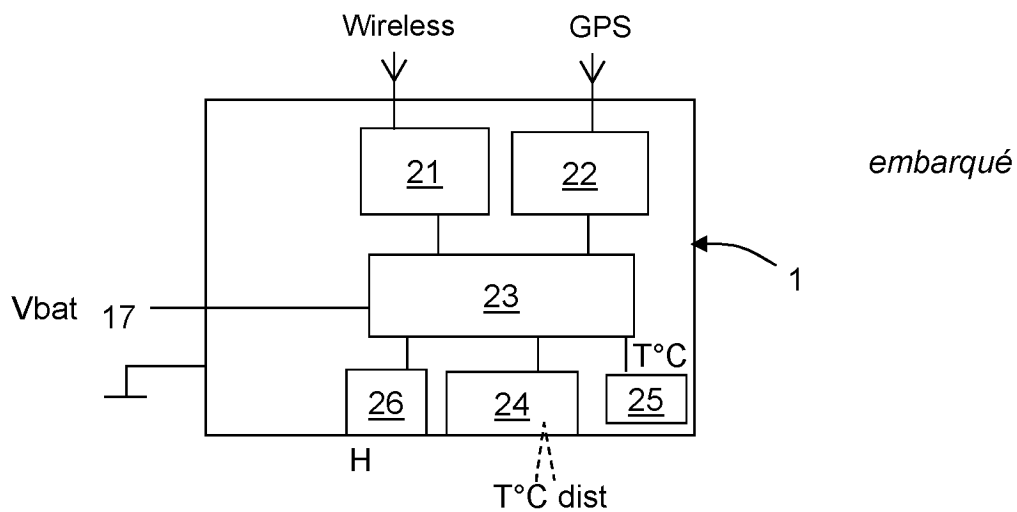
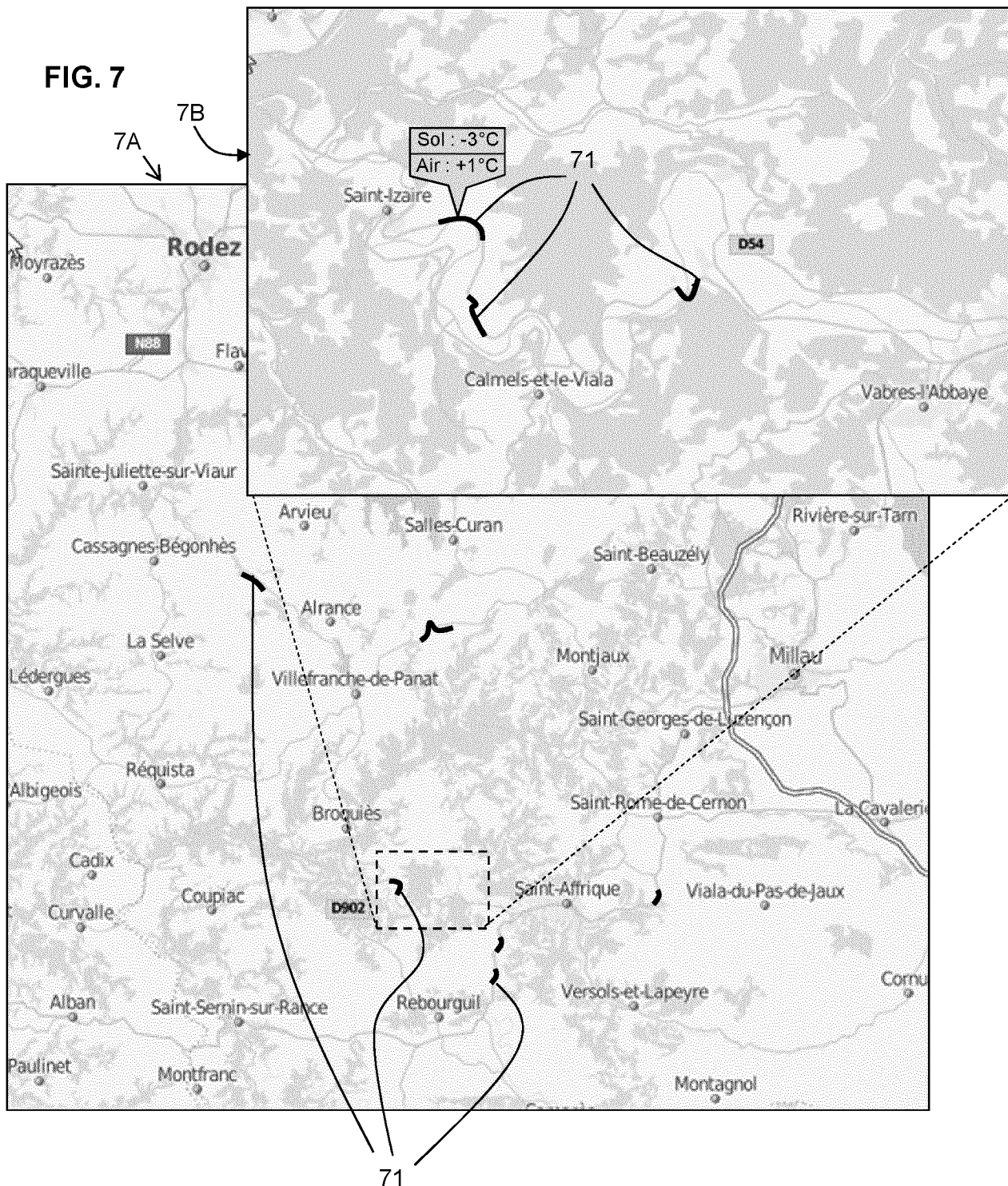


FIG. 6





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 833350  
FR 1660360

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2014/186359 A1 (CVG MANAGMENT CORP [US]; MASTON ROBERT [US]) 20 novembre 2014 (2014-11-20) * le document en entier * -----	1-10	G06F17/40 G06F17/30 G06F3/14 B60R16/023
X	US 2014/190248 A1 (MORAN ROBERT J [CA] ET AL) 10 juillet 2014 (2014-07-10) * le document en entier * -----	10	
A	US 6 326 893 B1 (BOSCHUNG JR MARCEL [CH] ET AL) 4 décembre 2001 (2001-12-04) * le document en entier * -----	1-10	
A	KR 2012 0132849 A (JUDICO CO LTD) 10 décembre 2012 (2012-12-10) * le document en entier * -----	1-10	
A,D	US 5 416 476 A (RENDON EDWARD [US]) 16 mai 1995 (1995-05-16) * abrégé * -----	1-10	
E	FR 3 044 428 A1 (KAAERTEK [FR]) 2 juin 2017 (2017-06-02) * le document en entier * -----	10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01W G01C G08G B60W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 juillet 2017		Rosello Garcia, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1660360 FA 833350**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-07-2017**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014186359 A1	20-11-2014	AUCUN	
US 2014190248 A1	10-07-2014	US 2014190248 A1 US 2016282514 A1	10-07-2014 29-09-2016
US 6326893 B1	04-12-2001	AT 247318 T AU 3949899 A CA 2375471 A1 CZ 20014268 A3 DE 59906614 D1 DK 1183663 T3 EP 1183663 A1 ES 2201715 T3 JP 4477270 B2 JP 2003501760 A NO 20015807 A RU 2232427 C2 US 6326893 B1 WO 0075896 A1	15-08-2003 28-12-2000 14-12-2000 17-04-2002 18-09-2003 13-10-2003 06-03-2002 16-03-2004 09-06-2010 14-01-2003 28-11-2001 10-07-2004 04-12-2001 14-12-2000
KR 20120132849 A	10-12-2012	AUCUN	
US 5416476 A	16-05-1995	AUCUN	
FR 3044428 A1	02-06-2017	AUCUN	