



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.10.2002 Bulletin 2002/42

(51) Int Cl.7: **G08G 1/01**

(21) Numéro de dépôt: **02290914.7**

(22) Date de dépôt: **11.04.2002**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Meziani, Rachid**
91230 Montgeron (FR)
• **Sitruk, Guy**
92110 Clichy (FR)
• **Roy, Bernard**
92310 Sevres (FR)

(30) Priorité: **13.04.2001 FR 0105139**

(71) Demandeur: **Regie Autonome des Transports
Parisiens RATP**
75599 Paris Cedex 12 (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile et al**
c/o Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(54) **Procédé et appareil de détermination des conditions de circulation d'un réseau routier**

(57) Procédé de détermination de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- une étape de mesure des conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- une étape d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens de stockage d'informations,
- une étape de traitement de certaines au moins de ces mesures archivées,

caractérisé en ce que l'étape de traitement comporte :

- une première étape (64) de calcul de paliers pendant lesquels les mesures archivées de conditions de circulation suivent une répartition de probabilité quasiment stable, et
- une deuxième étape (72) de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles à partir de la répartition de probabilité quasiment stable pendant celui-ci.

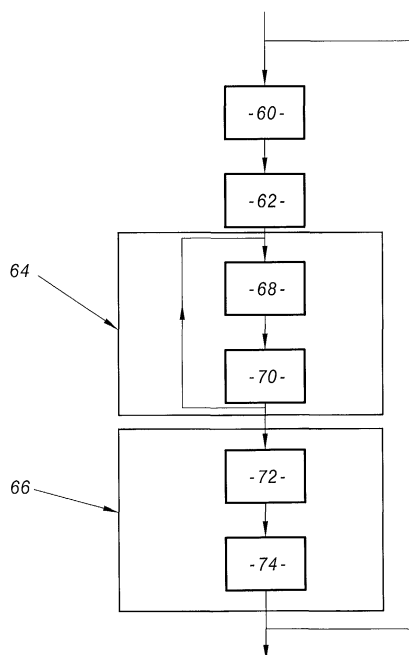


FIG.4

Description

[0001] La présente invention concerne des procédés et des systèmes d'indication de conditions de circulation routière, et plus particulièrement des procédés et des systèmes de détermination de conditions de circulation routière habituelles ainsi que des systèmes et des procédés d'indication de conditions de circulation routière inhabituelles.

[0002] Les systèmes d'indication de conditions de circulation routière connus comportent généralement :

- des moyens de mesure de conditions de circulation sur des tronçons d'un réseau routier, tels que des capteurs de vitesse;
- des moyens d'archivage de ces mesures ; et
- des moyens de traitement de ces mesures.

[0003] Les moyens de traitement sont associés à des moyens de stockage d'informations contenant notamment un seuil fixe pour chaque tronçon, choisi par un opérateur du système. Lorsque la vitesse mesurée est inférieure à ce seuil fixe, une indication de conditions de circulation encombrées est générée. Ce seuil est typiquement une vitesse en kilomètres heure (Km/h), par exemple 20 Km/h. Les moyens de traitement comportent également un serveur Internet apte à créer des pages au format HTML (Hyper Text Markup Language) comportant ces indications de circulation encombrée. Classiquement l'une de ces pages au format HTML comporte une carte du réseau routier sur laquelle les indications de conditions de circulation apparaissent sous la forme de points rouges lorsque la vitesse est inférieure à 20 km/h. Ces points rouges sont généralement disposés sur le tronçon routier correspondant à l'indication de circulation encombrée.

[0004] Les systèmes connus comportent également des moyens de consultation des conditions de circulation raccordés aux moyens de traitement. Ces moyens sont typiquement formés d'ordinateurs équipés de navigateurs Internet.

[0005] Les conditions de circulation encombrées se produisent régulièrement aux mêmes endroits et aux mêmes heures. Par conséquent l'utilisateur des systèmes connus connaît déjà par habitude la plupart des indications de conditions de circulation encombrées. Ainsi, les indications affichées par les systèmes connus deviennent sans intérêt.

[0006] Pour améliorer l'intérêt de ces informations, les seuils fixes des systèmes existants pourraient être choisis pour n'indiquer que des conditions de circulation inhabituelles. Toutefois ceci pose de nombreux problèmes car pour identifier ce qui est « inhabituel » il faut d'abord connaître ce qui est « habituel » ; or il est très difficile de déterminer ce que l'on qualifie ici de « conditions de circulation habituelles ». En effet, les conditions de circulation habituelles ne sont pas constantes au cours d'une même journée, mais varient en fonction de nombreux paramètres tels que les heures d'ouverture et de fermeture de bureaux. Par exemple, les conditions de circulation routière qu'un conducteur peut s'attendre à rencontrer sur le périphérique parisien ne sont pas les mêmes à 9h du matin que le soir à 20h. Les conditions de circulation habituelles varient également d'un jour sur l'autre. Par exemple, les conditions de circulation habituelles à 18h ne sont pas les mêmes la veille d'un week-end que le mercredi soir ou un jour férié. De plus ces conditions de circulation habituelles évoluent au cours du temps et d'une année sur l'autre.

[0007] Ainsi, à ce jour, les systèmes connus ne sont pas aptes à déterminer des conditions de circulation habituelles ni, par conséquent, des conditions de circulation inhabituelles.

[0008] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en créant un procédé et un système de détermination de conditions de circulation habituelles et un procédé et un système d'indication de conditions de circulation routière inhabituelles.

[0009] L'invention a donc pour objet un procédé de détermination automatique de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- une étape de mesure des conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- une étape d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens de stockage d'informations,
- une étape de traitement de certaines au moins de ces mesures archivées,

caractérisé en ce que l'étape de traitement comporte :

- une première étape de calcul de paliers pendant lesquels les mesures archivées de conditions de circulation suivent une répartition de probabilité quasiment stable, et
- une deuxième étape de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles à partir de la répartition de probabilité quasiment stable pendant celui-ci.

[0010] Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

- la première étape de calcul de paliers comporte :

EP 1 249 809 A1

- une troisième étape de calcul de la fin d'un palier, connaissant le début de ce palier,
- une quatrième étape de calcul du début d'un palier suivant connaissant la fin d'un palier précédent.

5

- La troisième étape de calcul de la fin d'un palier comporte :

- une étape d'évaluation d'un ensemble de conditions de fin de palier;
- l'étape d'évaluation d'un ensemble de conditions de fin de palier est précédée d'étapes de détermination d'une suite chronologique, notée $V_i \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$, de valeurs médianes V_h de conditions de circulation construites à partir des mesures archivées, où V_i correspond à la première valeur médiane du début du palier ;

10

- des valeurs médianes de la suite chronologique $V_i \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$ est déterminée à partir d'un histogramme représentant la fréquence d'apparition des valeurs des mesures archivées sur une période élémentaire ;
- l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une première condition (90) de fin de palier formée par l'inégalité suivante :

15

- $D_{h+1} \times D_h \geq 0$

où :

20

- « h » est un indice;
- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part une moyenne M_h des valeurs médianes V_i à V_h ;
- D_{h+1} est une distance analogue à D_h mais calculée pour un indice $h+1$;

25

- l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une deuxième condition de fin de palier formée par l'inégalité suivante :

$$D_h \geq D(M_h)$$

30

où :

- « h » est un indice;
- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part une moyenne M_h des valeurs médianes V_i à V_h ;
- D_h est une valeur absolue de la distance D_h ;
- $D(M_h)$ est une fonction croissante choisie pour contrôler la deuxième condition de fin de palier.

35

- la fonction $D(M_h)$ est la fonction suivante :

40

$$D(M_h) = k_1 M_h^\lambda$$

où :

45

- k_1 et λ sont des paramètres choisis pour contrôler la deuxième condition de fin de palier ;
- le paramètre k_1 est compris entre 0,3 et 0,45 ; et
- le paramètre λ est sensiblement égal à 0,5.
- l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une troisième condition de fin de palier formée par à évaluer l'inégalité suivante :

50

$$S_h \geq S(M_h)$$

55

où :

- « h » est un indice;

EP 1 249 809 A1

- $S(M_h)$ est une fonction croissante choisie pour contrôler la troisième condition de fin de palier,
- M_h est une moyenne des valeurs médianes V_i à V_h ;
- S_h est une valeur absolue de la somme des distances D_h et D_{h+1} ,

5 où :

- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part la moyenne M_h , et
- D_{h+1} est une distance analogue à D_h mais calculée pour un indice $h+1$

10 - la fonction $S(M_h)$ est la fonction suivante :

$$S(M_h) = k_2 M_h^\lambda$$

15 où :

- k_2 et λ sont des paramètres choisis pour contrôler la troisième condition de fin de palier ;
- les paramètres k_2 et λ sont respectivement sensiblement égaux à 1,8 et 0,5.
- 20 - la quatrième étape de calcul de début d'un palier comporte :
 - une étape d'évaluation d'un ensemble de conditions de début de palier ;
 - l'étape d'évaluation d'un ensemble de conditions de début de palier est précédée d'étapes de détermination d'une suite chronologique, notée V_j V_h , V_{h+1} ... V_f , de valeurs médianes V_h de conditions de circulation construites à partir des mesures archivées, où V_j correspond à la première valeur médiane suivant la fin du palier précédent ;
 - une des valeurs médianes de la suite chronologique V_j ... V_h , V_{h+1} ... V_f est déterminée à partir d'un histogramme représentant la fréquence d'apparition des valeurs des mesures archivées sur une période élémentaire ;
 - l'ensemble de conditions de début de palier comporte une première condition de début de palier formée par l'inégalité suivante :

30

$$r_h \leq \max (R(a_h) ; q r_{h+1});$$

35 où :

- « h » est un indice;
 - a_h est une estimation de la pente de la suite chronologique de valeurs médianes de V_j à V_h ;
 - a_h est une valeur absolue de a_h ;
 - 40 - $R(a_h)$ est un fonction croissante;
 - « q » est un paramètre choisi pour contrôler la première condition de début de palier ;
 - r_h est une estimation de la variation d'une estimation de la hauteur du palier suivant entre les indices h et h+1 ;
 - r_{h+1} est une estimation analogue à r_h mais calculée pour un indice h+1 ;
 - $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y.
- 45
- le paramètre q est sensiblement égal à 1.
 - la fonction $R(a_h)$ est la fonction suivante :

50

$$R(a_h) = k_3 a_h^\alpha$$

où :

- k_3 et α sont des paramètres choisis pour contrôler la première condition de début de palier,
 - 55 - les paramètres k_3 et α sont respectivement sensiblement égaux à 1,2 et -0,5,
- l'ensemble de conditions de début de palier comporte une deuxième condition de début de palier formée par l'inégalité suivante :

EP 1 249 809 A1

$$P_h - V_h \leq \max [W(a_h) ; P_{h+1} - V_{h+1}]$$

où

- 5
- « h » est un indice;
 - $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y.
 - a_h est une estimation de la pente de la suite chronologique de valeurs médianes de V_j à V_h ;
 - a_h est une valeur absolue de a_h ;
 - 10 - $W(a_h)$ est un fonction croissante;
 - P_h est une estimation de la hauteur du palier suivant si celui-ci débute à l'indice h ;
 - P_{h+1} est une estimation analogue à P_h mais calculée pour un indice h+1 ;
 - $P_h - V_h$ et $P_{h+1} - V_{h+1}$ sont respectivement les valeurs absolues des différences suivantes : $P_h - V_h$ et $P_{h+1} - V_{h+1}$.
- 15 - la fonction $W(a_h)$ est la fonction suivante :

$$^1 W(a_h) = k_4 a_h^\beta$$

20 où :

- k_4 et β sont des paramètres choisis pour contrôler la deuxième condition de début de palier ;
- les paramètres k_4 et β sont respectivement sensiblement égaux à 0,8 et 0,5 ;
- 25 - la deuxième étape de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles consiste à déterminer au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et des conditions de circulation inhabituelles ; et
- l'étape de mesure des conditions de circulation routière courantes consiste à mesurer la vitesse moyenne des véhicules sur ledit tronçon à intervalles réguliers, les valeurs courantes étant alors des vitesses courantes et les valeurs médianes, des vitesses médianes.
- 30 - L'invention a également pour objet un procédé d'indication de conditions de circulation inhabituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :
- une étape de mesure des conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon ;
- 35 - une étape d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens de stockage d'informations ;
- une étape de détermination de conditions de circulation habituelles sur ledit tronçon selon un procédé de détermination de conditions de circulation habituelles conforme à l'invention ; et
- une étape de comparaison des mesures courantes sur ce tronçon avec les conditions de circulation habituelles pour déterminer éventuellement une indication de conditions de circulation routière inhabituelles .

40 **[0011]** L'invention a également pour objet un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution de certaines étapes d'un procédé conforme à l'invention lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

45 **[0012]** L'invention a également pour objet système de détermination automatique de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- des moyens de mesure de conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- des moyens d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens de stockage d'informations,
- 50 - des moyens de traitement de certaines au moins de ces mesures archivées ;

caractérisé en ce que les moyens de traitement comportent :

- des premiers moyens de calcul de paliers pendant lesquels les mesures archivées de conditions de circulation routière suivent une répartition de probabilité quasiment stable, et
- 55 - des deuxième moyens de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles à partir de la répartition de probabilité quasiment stable pendant celui-ci.

[0013] L'invention a également pour objet système d'indication de conditions de circulation inhabituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- des moyens de mesure de conditions de circulation courantes sur ce tronçon,
- des moyens d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens de stockage d'informations,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- un système de détermination de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier selon la revendication 27,
- des moyens de comparaison des mesures courantes sur ce tronçon avec les conditions de circulation habituelles pour déterminer éventuellement une indication de conditions de circulation inhabituelles.

[0014] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une architecture d'un système conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique de moyens de traitement et d'archivage de mesures de conditions de circulation conforme à l'invention ;
- la figure 3 est un graphe illustrant des paliers et des inter-paliers de conditions de circulation routière;
- la figure 4 représente l'organigramme d'un procédé de détermination de conditions de circulation habituelles conforme à l'invention ;
- la figure 5 représente l'organigramme d'un procédé de détermination de la fin d'un palier de conditions de circulation mis en oeuvre dans le procédé de la figure 4 ;
- les figures 6 et 7 représentent l'organigramme d'un procédé de détermination de paliers et d'inter-paliers mis en oeuvre dans le procédé de la figure 4 ;
- les figures 8A et 8B représentent un exemple numérique de détermination de seuils selon le procédé de la figure 7 ;
- la figure 9 représente l'organigramme d'un procédé de détermination de seuils entre des conditions de circulation habituelles et inhabituelles pour chaque inter-palier, mis en oeuvre dans le procédé de la figure 4 ;
- la figure 10 représente l'organigramme d'un procédé de comparaison de mesures courantes aux conditions de circulation routière habituelles déterminées selon le procédé de la figure 4 ; et
- la figure 11 représente l'organigramme d'un procédé de détermination d'indications de tendance.

[0015] La figure 1 représente l'architecture d'un système conforme à l'invention dans lequel des moyens 2 de mesure de conditions de circulation routière courantes sont raccordés à des moyens 4 de traitement et d'archivage de ces mesures par l'intermédiaire d'un réseau 6 de transmission d'informations. Des moyens 8 de consultation de conditions de circulation routière sont également raccordés par l'intermédiaire du réseau 6 de transmission d'informations aux moyens 4 de traitement et d'archivage.

[0016] Les moyens 2 de mesure de conditions de circulation routière courantes comportent des capteurs classiques 10 de conditions de circulation courantes, raccordés à un ordinateur 12. Cet ordinateur est associé à des moyens 14 de stockage temporaire d'informations.

[0017] On remarquera qu'il existe de nombreux moyens de mesure de conditions de circulation routière. Ceux-ci mesurent par exemple à intervalles réguliers la vitesse moyenne, le temps de parcours, le taux d'occupation de la chaussée, ou tout autre caractéristique représentative des conditions de circulation routière.

[0018] Dans le mode de réalisation particulier décrit ici, l'ordinateur 12 est constitué par un serveur, appelé « SIRIUS », de la société française SIER et les capteurs 10 mesurent le temps de parcours et la vitesse moyenne des véhicules sur chaque tronçon d'un réseau routier (non représenté). Le serveur SIRIUS est adapté pour enregistrer à intervalles réguliers, ici toutes les minutes, les mesures des capteurs 10 dans les moyens 14 de stockage temporaire d'informations et pour rendre accessibles ces mesures enregistrées à des abonnés connectés au réseau 6 de transmission d'informations. Les moyens 14 de stockage temporaire d'informations contiennent pour chaque tronçon les informations suivantes :

- une identification du tronçon sur lequel la mesure a été réalisée;
- la date et l'heure à laquelle la mesure a été réalisée;
- un temps moyen, pendant la dernière minute, de parcours du tronçon par des véhicules;
- une vitesse moyenne, pendant la dernière minute, des véhicules, également appelée ici vitesse mesurée.

[0019] Le réseau 6 de transmission d'informations auquel est connecté le serveur SIRIUS 12 est la toile d'araignée mondiale, plus connue sous le nom de World Wide Web.

[0020] Les moyens 4 de traitement et d'archivage sont formés par exemple d'un ordinateur 20 associé à quatre moyens 22, 24, 26 et 28 de stockage d'informations.

5 **[0021]** Les moyens 4 de traitement et d'archivage seront décrits en regard de la figure 2.

[0022] Les premiers moyens 22 de stockage d'informations contiennent des archives des mesures de conditions de circulation réalisées par les moyens 2 de mesure. Les mesures enregistrées dans ces archives sont appelées les « mesures archivées ». Pour chaque mesure archivée, les moyens 22 comportent les informations suivantes :

- 10
- une identification d'un tronçon sur lequel la mesure a été réalisée;
 - la date et l'heure à laquelle la mesure a été réalisée;
 - un temps moyen, pendant la dernière minute, de parcours du tronçon par des véhicules;
 - une vitesse moyenne, pendant la dernière minute, des véhicules sur le tronçon, également appelée ici vitesse archivée.

15 **[0023]** Les deuxièmes moyens 24 de stockage d'informations contiennent des conditions de circulation habituelles. Chaque condition de circulation habituelles enregistrée comporte pour chaque type de période et chaque tronçon, les informations suivantes :

- 20
- une identification du tronçon;
 - une identification du type de période ;
 - une heure de début d'un palier ou d'un inter-palier;
 - une heure de fin de ce même palier ou inter-palier;
 - deux seuils S1 et S2 ou des coefficients de droites S1(t) et SZ(t) qui seront décrits par la suite.

25 **[0024]** Les termes « type de période », « paliers », et « inter-paliers » seront définis en regard de la figure 3.

[0025] Les troisièmes moyens 26 de stockage d'informations contiennent une copie des mesures de conditions de circulation routière les plus récentes réalisées par les moyens 2 de mesure. Ces mesures sont appelées les « mesures courantes ». Pour chaque mesure courante, les troisièmes moyens de stockage d'informations comportent les informations suivantes :

- 30
- une identification du tronçon sur lequel la mesure a été réalisée;
 - la date et l'heure à laquelle la mesure a été réalisée;
 - un temps moyen, pendant la dernière minute, de parcours du tronçon par des véhicules;
 - une vitesse moyenne sur le tronçon, pendant la dernière minute, des véhicules, appelée également vitesse courante.
- 35

[0026] On remarquera que les troisièmes moyens 26 de stockage d'informations sont représentés comme une entité indépendante des premiers moyens 22 de stockage d'informations uniquement pour simplifier la description de l'invention. En effet, les mesures courantes et archivées sont avantageusement enregistrées dans les mêmes moyens de stockage d'informations et ne se distinguent que par leur date de stockage.

[0027] Les quatrièmes moyens 28 de stockage d'informations contiennent des indications de conditions de circulation inhabituelles. Pour chacune de ces indications, les quatrièmes moyens de stockage d'informations comportent les informations suivantes :

- 45
- une identification du tronçon concerné par l'indication;
 - une indication de conditions de circulation inhabituelles ;
 - la date et l'heure de début de l'indication de conditions de circulation inhabituelles ;
 - une indication de tendance;

50 **[0028]** Ces quatre moyens de stockage d'informations sont, par exemple, réalisés à partir de logiciels de gestion de bases de données classiques.

[0029] Les moyens 8 de consultation se composent de moyens pour se connecter par l'intermédiaire du réseau 6 aux moyens 4 de traitement et d'archivage. Par exemple ces moyens 8 sont formés d'un ordinateur équipé d'un modem et d'un navigateur Internet classiques.

55 **[0030]** La figure 2 représente schématiquement les moyens 4 de traitement et d'archivage dans le cas particulier où les moyens 22, 24, 26 et 28 de stockage d'informations sont formés sur des zones différentes d'un disque dur de l'ordinateur 20. Ces moyens 4 comportent des moyens 30 d'archivage, des moyens 32 de détermination de conditions

de circulation habituelles, des moyens 34 de comparaison de mesures courantes aux conditions de circulation habituelles, des moyens 36 de détermination d'indications de tendance et des moyens 38 de mise en page.

[0031] Les moyens 30 d'archivage sont raccordés aux moyens 14 de stockage d'informations par l'intermédiaire du réseau 6 et de l'ordinateur 12. Les moyens d'archivage sont également associés aux moyens 22 et 26 de stockage d'informations.

[0032] Les moyens 30 d'archivage sont adaptés pour copier les informations des moyens 14 de stockage d'informations des moyens 2 de mesure de conditions de circulation, dans les moyens 22 de stockage d'informations. Les moyens 30 d'archivage sont également aptes à copier ces informations dans les moyens 26 de stockage d'informations de manière à remplacer les informations précédemment enregistrées par des informations plus récentes. On notera ainsi que les moyens 26 de stockage d'informations contiennent les mesures courantes tandis que les moyens 22 de stockage d'informations contiennent les mesures archivées.

[0033] Les moyens 32 de détermination de conditions de circulation habituelles sont associés d'une part aux moyens 22 de stockage d'informations et d'autre part aux moyens 24 de stockage d'informations.

[0034] Les moyens 32 sont adaptés pour déterminer à partir des mesures archivées contenues dans les moyens 22, des conditions de circulation habituelles selon le procédé de la figure 4 et pour enregistrer ces conditions de circulation habituelles dans les moyens 24 de stockage d'informations. Pour cela les moyens 32 de détermination de conditions de circulation habituelles comportent des moyens 40 d'initialisation, des moyens 42 de calcul de paliers et des moyens 44 de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles. Les moyens 40 d'initialisation sont adaptés pour exécuter l'étape 60 de l'organigramme de la figure 4. Les moyens 42 de calcul de paliers sont adaptés pour exécuter les organigrammes des figures 5 et 6 tandis que les moyens 44 de détermination de conditions de circulation habituelles sont adaptés pour exécuter les organigrammes des figures 7 et 9.

[0035] Les moyens 34 de comparaison sont associés aux moyens 24, 26 et 28 de stockage d'informations. Ces moyens 34 de comparaison sont adaptés pour exécuter l'organigramme de la figure 10.

[0036] Les moyens 36 de détermination d'indications de tendance sont associés d'une part aux moyens 22 de stockage d'informations et d'autre part aux moyens 28 de stockage d'informations. Ces moyens 36 de détermination d'indications de tendance sont adaptés pour exécuter l'organigramme de la figure 11.

[0037] Les moyens 38 de mise en page sont d'une part associés aux moyens 28 de stockage d'informations et d'autre part raccordés au réseau 6. Ces moyens 38 sont par exemple formés de moyens classiques pour créer des pages au format HTML (Hyper Text Markup Language) à partir d'informations enregistrées dans une base de données. De préférence les pages au format HTML créées comportent une carte du réseau routier sur laquelle apparaissent les indications de conditions de circulation inhabituelles enregistrées dans les moyens 28. Ces pages HTML créées sont destinées à être consultées à partir des moyens 8 de consultation.

[0038] Les moyens 30, 32, 34, 36 et 38 sont réalisés de façon classique à l'aide de moyens logiciels.

[0039] La figure 3 illustre schématiquement un modèle original de conditions de circulation routière. Cette figure 3 comporte un graphe 50 ayant un axe des abscisses gradué en unité de temps et un axe des ordonnées gradué dans cet exemple en km/h. Sur l'axe des abscisses est représenté un intervalle de temps [0 ; 24h] correspondant à un type de période, cet intervalle de temps étant divisé en plusieurs périodes élémentaires successives 52.

[0040] On définit ici un type de période comme étant un ensemble d'intervalles de temps sur lesquels les caractéristiques en termes de conditions de circulation routière sont analogues. Dans ce système on utilise par exemple les types de période suivants :

- Un premier type de période est formé de l'ensemble des lundis non fériés appartenant à une période de temps déterminé, cette période de temps étant choisie ici égale à un an. On fait donc ici l'hypothèse que les caractéristiques en termes de conditions de circulation sont analogues quel que soit le lundi étudié de la période d'un an. Ce type de période correspond finalement à un intervalle de temps de 24h.
- De façon similaire on définit un deuxième, un troisième, un quatrième, un cinquième, un sixième et un septième types de période formés respectivement de l'ensemble des mardis non fériés, de l'ensemble des mercredis non fériés, de l'ensemble des jeudis non fériés, de l'ensemble des vendredis non fériés, de l'ensemble des samedis et de l'ensemble des dimanches appartenant à la période de temps d'un an. Chacun des ces types de période correspond à un intervalle de temps de 24h.
- Un huitième type de période est formé de l'ensemble des jours de la semaine fériés appartenant à la période déterminé d'un an. On fait donc ici l'hypothèse que les caractéristiques en termes de conditions de circulation routière sont analogues quel que soit le jour férié étudié appartenant à cette période d'un an. Ce type de période correspond à un intervalle de temps de 24h.

[0041] Les périodes élémentaires sont ici des périodes de 15 min., chaque période étant repérée par un indice h. L'indice h est égal à 1 pour la première période élémentaire de l'intervalle de temps correspondant à un type de période, et à « f » pour la dernière période élémentaire de ce même intervalle de temps.

[0042] Le graphe 50 comporte une courbe 54 représentant schématiquement l'évolution au cours du temps d'une valeur médiane des conditions de circulation routière mesurées sur un tronçon donné pour un type de période donné.

[0043] Une valeur médiane, notée V_h , est calculée pour chaque période élémentaire h . Cette valeur médiane V_h est calculée de manière à ce que la probabilité qu'une valeur de conditions de circulation, mesurée pendant la même période élémentaire, soit inférieure à V_h , soit égale à 50%. Un exemple de procédé de calcul de ces valeurs médianes sera décrit en regard de la figure 4.

[0044] On notera que l'ensemble des valeurs médianes V_h forme une suite chronologique, notée $V_1 \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$.

[0045] Les valeurs mesurées de conditions de circulation routière étant ici des vitesses, on utilisera, dans la suite de la description, indifféremment les termes « valeur médiane » ou « vitesse médiane » pour désigner V_h .

[0046] La courbe 54 se compose de paliers 56 et d'inter-paliers 58.

[0047] On définit ici un palier comme étant une période de temps pendant laquelle la distribution de probabilité des valeurs mesurées de conditions de circulation est stable ou stationnaire, c'est-à-dire que les distributions de probabilité respectives de deux échantillons de valeurs mesurées appartenant au même palier sont quasiment identiques.

[0048] On définit également ici les inter-paliers comme étant les périodes de temps séparant deux paliers successifs. On remarquera que par construction un inter-palier correspond à une période de temps pendant laquelle la distribution de probabilité des valeurs mesurées de conditions de circulation est instable.

[0049] Par hypothèse, on suppose dans ce modèle de conditions de circulation routière, qu'un type de période débute toujours par un palier et finit toujours par un palier. L'intérêt d'une telle hypothèse apparaîtra à la lecture de la description faite en regard de la figure 9.

[0050] En variante, la période de temps correspondant à un inter-palier du modèle de conditions de circulation routière peut être nulle, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire que les paliers soient toujours séparés par des inter-paliers.

[0051] L'organigramme de la figure 4 représente un procédé de détermination de conditions de circulation habituelles comportant 4 étapes successives 60, 62, 64 et 66.

[0052] L'étape 60 est une étape d'initialisation. Lors de cette étape un tronçon particulier du réseau routier et un type de période particulière sont sélectionnés.

[0053] Cette étape est également mise à profit pour éliminer des mesures archivées, celles qui correspondent à des situations fortement atypiques et occasionnelles, c'est-à-dire par exemple, des mesures archivées correspondant à une période de travaux sur des voies de circulation.

[0054] L'étape 62 est une étape de détermination de la suite chronologique $V_1, \dots, V_{h1}, V_{h+1}, \dots, V_f$ des valeurs médianes V_h pour le tronçon et le type de période sélectionnés à l'étape 60.

[0055] Pour calculer la vitesse médiane V_h d'une période élémentaire d'indice h , les étapes suivantes sont successivement exécutées :

- Sélectionner dans les mesures archivées celles qui correspondent au tronçon et au type de période sélectionnés à l'étape 60. Pour cela l'identification de tronçon et la date/l'heure à laquelle la mesure archivée a été réalisée sont utilisés.
- Sélectionner parmi les mesures sélectionnées à l'étape 1 celles qui ont été réalisées pendant la période élémentaire d'indice h .
- Construire un histogramme à partir des mesures sélectionnées à l'issue des étapes 1 et 2 précédentes. L'abscisse de cet histogramme comporte les différentes valeurs de vitesses mesurées et la hauteur de chaque barre est proportionnelle au nombre d'occurrences de ces valeurs mesurées exprimé en pourcentage de la population étudiée. La valeur médiane correspond alors à la valeur de la vitesse pour laquelle le nombre cumulé d'occurrences de vitesses inférieures est égal à 50% de la population étudiée. Un exemple de construction d'un tel histogramme sera décrit en regard des figures 8A et 8B.

[0056] Ces étapes sont exécutées pour chacune des périodes élémentaires de manière à construire la suite chronologique des vitesses médianes $V_1, \dots, V_h, V_{h+1} \dots, V_f$, correspondant au tronçon et au type de période sélectionnés à l'étape 60.

[0057] On notera que l'utilisation d'une suite de vitesses médianes au lieu de l'ensemble des vitesses mesurées permet de réduire le nombre de données à traiter dans la suite du procédé de la figure 4, et par conséquent accélérer son temps d'exécution.

[0058] En variante, les vitesses médianes sont déterminées à partir d'une loi de répartition de probabilité classique adaptée pour correspondre au mieux à celle des vitesses mesurées. Par exemple, on peut supposer que sur une période élémentaire les vitesses mesurées suivent une loi normale. Dans ce cas là, la vitesse médiane correspond à la moyenne des vitesses mesurées pendant la période élémentaire.

[0059] Toutefois, l'utilisation d'un histogramme au lieu d'une loi de répartition de probabilité connue dispense de faire une hypothèse sur le type de loi de répartition de probabilité que les vitesses mesurées suivent. Par conséquent l'utilisation d'un histogramme permet d'accroître sensiblement la précision des résultats obtenus.

[0060] Ainsi on conçoit à la lecture de la description précédente que l'utilisation de valeur médianes calculées à partir d'un histogramme réalise un compromis entre d'une part le nombre de données à traiter dans la suite du procédé et d'autre part la précision des résultats obtenus.

[0061] L'étape 64 est une étape de calcul pour le type de période et pour le tronçon sélectionnés, de paliers tels que définis en regard de la figure 3.

[0062] Il existe de nombreux procédés d'analyse statistique de suites chronologiques de manière à déterminer dans celles-ci un point d'inflexion. Ces procédés sont aisément adaptables à la détermination de paliers dans une suite chronologique de vitesses médianes. Toutefois, le procédé décrit ici présente l'avantage d'être particulièrement simple et donc rapide.

[0063] L'étape 64 consiste à exécuter en boucle deux étapes 68, 70 successives tant que l'ensemble des valeurs de la suite chronologique $V_1... V_h, V_{h+1} ... V_f$ construite à l'étape 62 n'a pas été traité.

[0064] La première étape 68 est une étape de calcul de la fin d'un palier, connaissant le début de ce palier. Cette étape sera décrite en regard de la figure 5.

[0065] La seconde étape 70 est une étape de calcul du début d'un palier suivant connaissant la fin d'un palier précédent. Cette étape sera décrite en regard de la figure 6.

[0066] Par hypothèse, quel que soit le type de période sélectionné la période débute et s'achève par un palier. Par conséquent, le début du premier palier étant connu, l'étape 68 est exécutée une première fois. A l'issue de la première exécution de l'étape 68, la fin du premier palier est connue et l'étape 70 est alors exécutée une première fois pour déterminer le début d'un palier suivant, c'est-à-dire le début d'un deuxième palier. A l'issue de la première exécution de l'étape 70, le début du deuxième palier est connu et l'étape 68 est de nouveau exécutée pour déterminer la fin du deuxième palier. On conçoit dès lors que l'exécution alternée et en boucle des étapes 68 et 70 permet de déterminer à partir de la suite chronologique $V_1... V_h, V_{h+1} ... V_f$ le début et la fin d'une succession de paliers.

[0067] L'étape 66 est une étape de calcul pour chaque palier et inter-palier d'au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et inhabituelles. L'étape 66 comporte deux étapes 72 et 74.

[0068] L'étape 72 est une étape de calcul pour chaque palier déterminé lors de l'étape 64, d'au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et des conditions de circulation inhabituelles. Cette étape 72 sera décrite en regard de la figure 7.

[0069] L'étape 74 est une étape de calcul pour chaque inter-palier déterminé lors de l'étape 64, d'au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et des conditions de circulation inhabituelles. L'opération 74 sera décrite en regard de la figure 9.

[0070] A l'issue de l'étape 66 les informations déterminées lors des étapes précédentes, c'est-à-dire le début et la fin des paliers, et les seuils associés à ces paliers et inter-paliers, constituant ce que l'on appelle les conditions de circulation habituelles, sont enregistrées dans les moyens 24 de stockage d'informations (Fig. 1).

[0071] Les étapes 60 à 66 sont réitérées tant que l'ensemble des conditions de circulation habituelles pour chaque tronçon et chaque type de période n'a pas été déterminé et enregistré dans les moyens 24 de stockage d'informations.

[0072] L'organigramme de la figure 5 représente un exemple de procédé de détermination de la fin d'un palier connaissant le début de celui-ci adapté pour être mis en oeuvre lors de l'étape 68 du procédé de la figure 4. Ce procédé comporte une étape 80 d'initialisation, une étape 82 de détermination de la dernière vitesse médiane du palier, une étape 84 de construction éventuelle du dernier palier et une étape 86 d'enregistrement de la fin du palier.

[0073] L'étape 80 d'initialisation consiste à réaliser les opérations suivantes :

- Extraire à partir de la suite chronologique $V_1... V_h, V_{h+1}...V_f$, une suite chronologique $V_i, V_h, V_{h+1}..V_f$, l'indice i correspondant à la période élémentaire du début du palier et V_i étant la première vitesse médiane du palier. Dans la suite de la description de ce procédé on utilise uniquement la suite $V_i... V_h, V_{h+1} ... V_f$ et l'on note V_h une valeur médiane de cette suite.
- Affecter à une variable M_i la valeur de la vitesse médiane V_i correspondant au début du palier selon la relation suivante : $M_i := V_i$; où
« := » est l'opération classique d'affectation d'une valeur à une variable.
- Affecter à un indice h la valeur i selon la relation suivante : $h := i$.

[0074] L'étape 82 est une étape de détermination de la dernière vitesse médiane du palier.

[0075] Compte tenu de la définition d'un palier, les distributions de probabilité des vitesses mesurées appartenant à un même palier sont quasiment identiques, par conséquent, les vitesses médianes appartenant à un même palier doivent être quasiment égales. Le problème qui se pose est donc de savoir si un écart constaté entre V_h et les autres vitesses médianes précédemment observées sur ce même palier, est significatif d'un changement de la distribution de probabilité des vitesses mesurées pendant la période élémentaire d'indice h . La solution à ce problème, apportée par l'invention, consiste à évaluer successivement pour chaque vitesse médiane de V_i à V_h un ensemble de conditions de fin de palier. Si l'ensemble des conditions de fin de palier est satisfait pour V_h , et ne l'est pas pour les vitesses

EP 1 249 809 A1

médianes V_i à V_{h-1} alors V_h est la dernière vitesse médiane du palier.

[0076] De nombreuses conditions de fin de palier peuvent être déterminées expérimentalement. A titre d'exemple l'étape 82 décrite ici comporte trois conditions 90, 92 et 94 de fin de palier et une contrainte 96 dont on verra l'intérêt plus loin. Cet ensemble de conditions de fin de palier s'est révélé être particulièrement performant à l'usage.

5 **[0077]** L'étape 82 consiste donc à exécuter une boucle d'opérations successives et à incrémenter l'indice h de 1 à chaque itération de cette boucle jusqu'à ce que l'ensemble de conditions de fin de palier soit satisfait. Cette boucle d'opérations est typiquement réalisée avec une instruction informatique du type « While ...endWhile ».

[0078] La boucle d'opérations comporte cinq opérations successives 100, 102, 104, 106 et 108.

10 **[0079]** L'opération 100 consiste à calculer la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et $h+1$ selon la relation suivante :

$$- M_{h+1} := M_h + (V_{h+1} - M_h) / (h+1)$$

15 où :

- h est l'indice initialisé lors de l'étape 80 ;
- M_h est la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et h ;
- V_{h+1} est la vitesse médiane d'indice $h+1$ dans la suite chronologique $V_i \dots V_{h+1} \dots V_f$;
- 20 - M_{h+1} est la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et $h+1$.

[0080] L'opération 102 consiste à calculer une première distance D_h entre la moyenne M_h et la vitesse médiane V_{h+1} selon la relation suivante :

25
$$D_h := V_{h+1} - M_h$$

où :

- 30
- M_h est la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et h ;
 - V_{h+1} est la vitesse médiane d'indice $h+1$.

[0081] L'étape 102 consiste également à calculer une seconde distance D_{h+1} selon la relation suivante :

35
$$- D_{h+1} = V_{h+2} - M_{h+1}$$

où :

- 40
- M_{h+1} est la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et $h+1$;
 - V_{h+2} est la vitesse médiane d'indice $h+2$.

[0082] L'opération 104 consiste à calculer la somme des première et seconde distances D_h et D_{h+1} calculées lors de l'opération 102, selon la relation suivante :

45
$$- S_h := D_{h+1} + D_h$$

où :

- 50
- D_h et D_{h+1} sont les distances calculées lors de l'étape 102.

[0083] L'opération 106 consiste à évaluer l'ensemble de conditions de fin de palier et la contrainte 96 pour la vitesse médiane V_h .

55 **[0084]** La première condition de fin de palier 90 est formée par l'inégalité suivante :

$$- (D_{h+1} \times D_h \geq 0)$$

EP 1 249 809 A1

où :

- D_{h+1} et D_h ont été calculées lors de l'opération 102.

5 **[0085]** Cette première condition de fin de palier consiste donc à vérifier que l'écart constaté entre V_{h+1} est la moyenne M_h et l'écart constaté entre V_{h+2} et la moyenne M_{h+1} ont le même signe.

[0086] La deuxième condition de fin de palier 92 est formée par l'inégalité suivante :

10
$$- [|D_h| \geq D(M_h)]$$

où :

- D_h est la valeur absolue de la distance D_h calculée lors de l'opération 102 ;
- 15 - M_h est la moyenne des vitesses médianes dont l'indice est compris entre i et h ;
- $D(M_h)$ est une fonction croissante monotone.

[0087] Cette deuxième condition de fin de palier consiste à évaluer si l'écart entre V_{h+1} et la moyenne M_h est supérieure au seuil $D(M_h)$, ce seuil étant fonction de la valeur de M_h . Dans l'exemple de réalisation décrit ici, la fonction D
20 (M_h) et la fonction suivante :

$$- D(M_h) = k_1 M_h^\lambda$$

25 où:

- k_1 et λ sont des paramètres choisis pour contrôler la deuxième condition de fin de palier. Il a été déterminé expérimentalement qu'une valeur du paramètre k_1 comprise entre 0,3 et 0,45 et une valeur du paramètre λ comprise
30 entre 0,4 et 0,6 donnent des résultats particulièrement satisfaisants. De préférence le paramètre k_1 est choisi égal à 0,4 et le paramètre λ est choisi égal à 0,5.

[0088] La troisième condition de fin de palier 94 est formée par l'inégalité 94 suivante :

35
$$- [|S_h| \geq S(M_h)]$$

où :

- S_h est la valeur absolue de la somme S_h calculée lors de l'opération 104 ;
- 40 - M_h est la moyenne des vitesses médianes dont les indices sont compris entre i et h ;
- $S(M_h)$ est une fonction croissante monotone.

[0089] Dans l'exemple de mode de réalisation décrit ici $S(M_h)$ est la fonction suivante :

45
$$- S(M_h) = k_2 M_h^\lambda,$$

où:

- 50 - λ est le même paramètre que celui utilisé dans la fonction $D(M_h)$;
- k_2 est un paramètre choisi pour contrôler la troisième condition de fin de palier.

[0090] Il a été déterminé expérimentalement qu'une valeur du paramètre k_2 égale à 1,8 pour une valeur du paramètre λ égale à 0,5 donne des résultats particulièrement satisfaisants.

55 **[0091]** La contrainte 96 est formée par l'inégalité suivante :

$$h \geq 3+i$$

EP 1 249 809 A1

où h est l'indice initialisé lors de l'étape 80.

[0092] Cette contrainte impose qu'un palier doit durer au moins trois périodes élémentaires, c'est-à-dire ici trois quart d'heure. Ceci permet de limiter le nombre de paliers et accélère donc le temps d'exécution de l'ensemble du procédé.

[0093] Si l'ensemble des trois conditions de fin de palier 90, 92 et 94 et la contrainte 96 sont satisfaits alors l'étape 84 est exécutée. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'une des conditions de fin de palier n'est pas satisfaite ou si la contrainte 106 n'est pas satisfaite l'indice h est incrémenté de 1.

[0094] L'ensemble de l'opération 106 est représenté sur la figure 5 par le pseudocode suivant :

```
IF(h≥3+i) AND (Dh+1 × Dh≥0) AND [|Dh| ≥ D(Mh)] AND [|Sh| ≥ S(Mh)]
```

```
THEN EXIT
```

```
ELSE h:=h+1.
```

[0095] L'opération 108 consiste à tester si l'indice f, correspondant à celui de la dernière vitesse médiane de la série chronologique V₁... V_h, V_{h+1} ... V_f, est atteint. Pour cela il est testé si l'indice h est égal à l'indice f. Si oui, l'étape 84 est exécutée. Dans le cas contraire, la boucle d'opérations 82 est réitérée une nouvelle fois.

[0096] L'étape 84 est une étape de construction éventuelle du dernier palier de la suite chronologique V₁... V_h, V_{h+1} ... V_f de manière que le type de période sélectionné s'achève par un palier. De nombreux algorithmes peuvent être construits pour garantir que le type de période s'achève toujours par un palier. L'opération décrite ici, à titre d'exemple, est particulièrement simple. Elle consiste à prolonger le palier actuel jusqu'à la fin de la suite chronologique si l'indice h est supérieur à f-3. Pour cela la valeur de l'indice h obtenue à l'issue de l'étape 82 est modifiée de façon que l'indice h soit égal au dernier indice de la suite chronologique.

[0097] Cette étape est représentée sur la figure 5 par le pseudocode suivant :

```
IF h≥f-3 THEN h :=f.
```

[0098] L'étape 86 est une étape d'enregistrement de la fin du palier dans les moyens 24 de stockage d'informations et de transmission de cette information à l'étape 70 de la figure 4. L'information de fin de palier enregistrée est l'heure de fin de la période élémentaire d'indice h, c'est-à-dire de la période élémentaire correspondant à la dernière vitesse médiane du palier calculée lors des étapes 82 et 84.

[0099] L'organigramme de la figure 6 est un exemple de procédé de détermination du début d'un palier suivant connaissant la fin du palier précédent destiné à être mis en oeuvre lors de l'étape 70 du procédé de la figure 4. Puisque le modèle de conditions de circulation utilisé ici comporte des inter-paliers ce procédé consiste à déterminer le début du palier suivant connaissant le début de l'inter-palier précédent. En effet, lorsque la fin du palier précédent est connue, le début de l'inter-palier précédent est également connu.

[0100] Ce procédé comporte quatre étapes successives : une étape 110 d'initialisation, une étape 112 de détermination de la première vitesse médiane du palier suivant, une étape 114 de construction éventuelle d'un dernier palier, et une étape 116 d'enregistrement du début du palier suivant.

[0101] L'étape 110 d'initialisation consiste à réaliser les opérations suivantes :

- Extraire de la suite chronologique V₁... V_h, V_{h+1} ... V_f une suite chronologique V_j... V_h, V_{h+1} ... V_f, l'indice j correspondant à la période élémentaire du début de l'inter-palier précédent et V_j correspondant à la première vitesse médiane de l'inter-palier. Dans la suite de la description de ce procédé on utilise uniquement la suite V_j... V_h, V_{h+1} ... V_f et on note V_h une vitesse médiane de cette suite.
- Affecter à un indice h la valeur unité j selon la relation suivante : h = j.
- Calculer une première estimation P_j de la hauteur du palier suivant selon la relation suivante :

$$P_j := (V_j + V_{j+1} + V_{j+2})/3$$

où

- V_j, V_{j+1} et V_{j+2} sont respectivement les vitesses médianes d'indice j, j+2 et j+3 dans la suite chronologique V_j... V_h, V_{h+1} ... V_f.

[0102] L'étape 112 est une étape de détermination de la première vitesse médiane du palier suivant.

[0103] Par définition des inter-paliers, les distributions de probabilité de deux échantillons de vitesses mesurées

EP 1 249 809 A1

appartenant à un même inter-palier sont différentes, par conséquent, les vitesses médianes appartenant à un même inter-palier sont différentes. Le problème qui se pose est donc de savoir si un écart constaté entre la vitesse médiane V_h et les autres vitesses médianes précédemment observées sur ce même inter-palier, est significatif d'un changement de la distribution de probabilité des vitesses mesurées pendant la période élémentaire d'indice h . La solution à ce

5

problème apportée par l'invention, consiste à évaluer successivement pour chaque vitesse médiane de V_j à V_h un ensemble de conditions de début de palier. Si l'ensemble de conditions de début de palier est satisfait pour V_h , et ne l'est pas pour les vitesses médianes V_j à V_{h-1} alors V_h est la première vitesse médiane du palier suivant.

10

[0104] De nombreuses conditions de début de palier peuvent être déterminées, à titre d'exemple l'étape 112 décrite ici comporte deux conditions 114 et 116 de début de palier et une contrainte 118 dont on verra l'intérêt plus loin. Cette ensemble de conditions de début de palier s'est révélé être particulièrement performant à l'usage.

[0105] L'étape 112 consiste donc à exécuter une boucle d'opérations successives et à incrémenter l'indice h de 1 à chaque itération de cette boucle jusqu'à ce que l'ensemble de conditions de début de palier soit satisfait. Cette boucle d'opérations est typiquement réalisée avec une instruction informatique du type « While ...endWhile ».

[0106] La boucle d'opérations comporte cinq opérations successives 120, 122, 124, 126 et 128.

15

[0107] L'opération 120 consiste à calculer une estimation, notée P_{h+1} , de la hauteur du palier suivant si celui-ci débute à l'indice $h+1$ selon la relation suivante :

$$- P_{h+1} := (V_{h+1} + V_{h+2} + V_{h+3}) / 3$$

20

où :

- h est l'indice initialisé lors de l'étape 110;
- V_{h+1} , V_{h+2} , V_{h+3} sont respectivement les vitesses médianes d'indice $h+1$, $h+2$ et $h+3$;

25

[0108] L'opération 122 consiste à calculer une estimation, notée a_{h+1} , de la pente de la suite chronologique de vitesses médianes V_j à V_h , c'est-à-dire une estimation de la pente de l'inter-palier selon la relation suivante :

30

$$a_{h+1} := (P_{h+1} - P_j) / h$$

où :

- h est l'indice initialisé lors de l'étape 110;
- P_{h+1} et P_j sont les estimations de la hauteur du palier suivant respectivement pour les indices $h+1$ et j .

35

[0109] L'opération 124 consiste à calculer une estimation, notée r_{h+1} , de la variation de l'estimation de hauteur du palier suivant entre les indices h et $h+1$ selon la relation suivante :

40

$$- r_{h+1} := (P_{h+1} - P_h) / a_{h+1} = (V_{h+3} - V_h) / 3a_{h+1}$$

où :

- P_h et P_{h+1} sont les estimations de la hauteur du palier suivant calculées lors de l'opération 120.
- a_{h+1} est l'estimation de la pente calculée lors de l'opération 122.

45

[0110] L'opération 126 consiste à évaluer l'ensemble de conditions de début de palier et la contrainte 118 pour la vitesse médiane V_h .

50

[0111] La première condition de début de palier 114 est formée par l'inégalité suivante :

$$- (r_h \leq \max[R(|a_h|); qr_{n+1}])$$

55

où :

- a_h est l'estimation de la pente de l'inter-palier pour l'indice h ;
- $|a_h|$ est une valeur absolue de a_h ;

EP 1 249 809 A1

- $R(|a_h|)$ est une fonction croissante monotone;
- « q » est un paramètre choisi pour contrôler la première condition de début de palier, de préférence il est égale à 1 ;
- r_h est une estimation de la variation de l'estimation de la hauteur du palier suivant entre les indices h et $h+1$;
- r_{h+1} est une estimation analogue à r_h mais calculée pour un indice $h+1$;
- $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y .

[0112] Cette première condition de début de palier consiste donc à vérifier que l'estimation r_h est inférieure à un seuil, ce seuil étant une fonction de a_h et r_{h+1} .

[0113] Dans l'exemple de mode de réalisation décrit ici $R(|a_h|)$ est la fonction suivante :

$$- R(|a_h|) = k_3 M_h^\alpha,$$

où :

- α et k_3 sont des paramètres choisis pour contrôler la première condition de début de palier.

[0114] Il a été déterminé expérimentalement qu'une valeur du paramètre k_3 égale à 1,2 et une valeur du paramètre α égale à -0,5 donnent des résultats particulièrement satisfaisants.

[0115] La deuxième condition de début de palier 116 est formée par l'inégalité suivante :

$$- |P_h - V_h| \leq \max [W(|a_h|) ; |P_{h+1} - V_{h+1}|]$$

où :

- $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y .
- a_h est une estimation de la pente de la suite chronologique de vitesses médianes de V_j à V_h ;
- $|a_h|$ est une valeur absolue de a_h ;
- $W(|a_h|)$ est une fonction monotone croissante;
- P_h est une estimation de la hauteur du palier si celui-ci débute à l'indice h ;
- P_{h+1} est une estimation analogue à P_h mais calculée pour un indice $h+1$;

[0116] Cette seconde condition de début de palier consiste à évaluer si l'écart entre V_h et l'estimation de hauteur P_h est inférieur à un seuil, ce seuil étant fonction de la valeur de a_h et de l'écart suivant entre V_{h+1} et P_{h+1} .

[0117] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, la fonction W et la fonction suivante :

$$- W(|a_h|) = k_4 |a_h|^\beta$$

où :

- k_4 et β sont des paramètres choisis pour contrôler la seconde condition de début de palier. Il a été déterminé expérimentalement qu'une valeur du paramètre k_4 égale à 0,8 et une valeur du paramètre β égale à 0,5 donnent des résultats particulièrement satisfaisants.

[0118] La contrainte 118 est formée par l'inégalité :

$$h \geq 1+j$$

où h est l'indice initialisé à l'étape 110.

[0119] Cette contrainte impose qu'un inter-palier dure au moins une période élémentaire, c'est-à-dire ici un quart d'heure. Ceci impose qu'il existe toujours un inter-palier entre deux paliers. De plus ceci limite le nombre de paliers et accélère donc le temps d'exécution de l'ensemble du procédé.

[0120] Si l'ensemble des deux conditions de début de palier 114 et 116 et la contrainte 118 sont satisfaits alors l'étape 114 est exécutée. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'une des conditions de début de palier n'est pas satisfaite ou si la contrainte 118 n'est pas satisfaite, l'indice h est incrémenté de 1.

[0121] L'ensemble de l'opération 126 est représenté sur la figure 6 par le pseudocode suivant :

$$\text{IF}(h \geq 1+j) \text{ AND } (r_h \leq \max[R(|a_h)| ; q_{r_{h+1}}] \text{ AND } |P_h - V_h| \leq \max[W(|a_h)| ; |P_{h+1} - V_{h+1}|])$$

THEN Exit
ELSE h :=h+1

[0122] L'opération 128 consiste à tester si l'indice f correspondant à celui de la dernière vitesse médiane de la série chronologique $V_j \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$ est atteint. Pour cela il est testé si l'indice h est égal à l'indice f. Si oui, l'étape 114 est exécutée. Dans le cas contraire, la boucle d'opérations 112 est répétée une nouvelle fois.

[0123] L'étape 114 est une étape de construction éventuelle du dernier palier de la série chronologique $V_j \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$ de sorte que le type de période sélectionné s'achève par un palier. De nombreux algorithmes peuvent être construits pour garantir que le type de période s'achève toujours par un palier. L'algorithme décrit ici à titre d'exemple est particulièrement simple. Il consiste à interrompre l'inter-palier actuel juste avant la fin de la suite chronologique pour ménager de la place pour un dernier palier. Pour cela la valeur de l'indice h obtenue à l'issue de l'étape 112 est modifiée de façon que l'indice h soit égal à l'avant dernier indice de la suite chronologique si l'indice h est supérieur ou égal à f-2.

[0124] Cette étape est représentée sur la figure 6 par le pseudocode suivant :

IF $h \geq f-2$ THEN h :=f-1.

[0125] L'étape 116 est une étape d'enregistrement du début du palier suivant dans les moyens 24 de stockage d'informations et de transmission de cette information à l'étape 68 de la figure 4. L'information de début de palier enregistrée est l'heure de début de la période élémentaire d'indice h, c'est-à-dire de la période élémentaire correspondant à la vitesse médiane du début du palier calculée lors des étapes 112 et 114.

[0126] L'organigramme de la figure 7 représente un exemple de procédé de détermination d'au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et des conditions de circulation inhabituelles pour chaque palier. Ce procédé comporte quatre étapes 140, 142, 144 et 146 successives.

[0127] L'étape 140 est une étape de sélection des vitesses archivées à traiter. Elle consiste à choisir un palier donné puis à sélectionner l'ensemble des vitesses archivées correspondant à ce palier dans les moyens 22 de stockage d'informations. On remarquera que le choix d'un palier détermine le tronçon et le type de période correspondants puisqu'un palier est calculé pour un tronçon et un type de période donnés.

[0128] Un tableau 150 de la figure 8A représente un exemple numérique de vitesses sélectionnées à l'issue de l'étape 140. Le tableau 150 comporte cinq lignes 152, 154, 156, 158 et 160 et onze colonnes 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188 et 190. La ligne 152 indique l'heure à laquelle les mesures ont été réalisées, cette heure doit être comprise entre les heures de début et de fin du palier choisi. La colonne 170 indique la date à laquelle les mesures ont été réalisées, cette date doit correspondre au type de période pour lequel le palier choisi a été calculé. Les intersections des lignes 154 à 160 avec les colonnes 172 à 190 forment des cellules comportant une vitesse mesurée sur le tronçon correspondant.

[0129] L'étape 142 du procédé de la figure 7 est une étape de construction d'un histogramme à partir des vitesses archivées sélectionnées à l'étape 140.

[0130] La construction de l'histogramme est illustrée à l'aide de l'exemple numérique de la figure 8B. Un histogramme 200 comporte en abscisse les valeurs des vitesses du tableau 150 (figure 8A) classées par ordre croissant. Un premier axe des ordonnées à gauche de l'histogramme 200 comporte la fréquence d'apparition des vitesses exprimée en %. Un second axe des ordonnées à droite de l'histogramme 200 comporte le cumul de la fréquence d'apparition des vitesses, exprimé en %. L'histogramme 200 comporte 21 barres, associées chacune à une valeur des vitesses. Chacune des barres est divisée en deux parties. La première partie illustrée par un rectangle blanc représente la fréquence d'apparition de cette vitesse dans la population des vitesses du tableau 150. La hauteur de ce rectangle blanc est proportionnelle à cette fréquence.

[0131] La seconde partie de la barre, illustrée par un rectangle hachuré, représente le cumul de la fréquence d'apparition des vitesses inférieures ou égales à la vitesse associée à cette barre. La hauteur de ce rectangle hachuré est proportionnelle à ce cumul de fréquence.

[0132] L'étape 144 du procédé de la figure 7 est une étape de détermination de seuils de vitesse entre d'une part des vitesses représentant des conditions de circulation habituelles et d'autre part des vitesses représentant des conditions de circulation inhabituelles. Dans l'exemple de réalisation décrit ici un premier et un second seuils de vitesse,

respectivement notés S1 et S2, sont déterminés. Le seuil S1 délimite des conditions de circulation inhabituellement encombrées, de conditions de circulation habituelles. Le seuil S2, quant à lui, délimite des conditions de circulation habituelles, de conditions de circulation inhabituellement fluides. Ces seuils S1 et S2 sont déterminés à partir de l'histogramme construit lors de l'étape 142.

5 **[0133]** A titre d'exemple le seuil S1 est choisi pour que la probabilité qu'une vitesse mesurée soit inférieure à celui-ci, est de 15%. Le seuil S2 est choisi pour que la probabilité qu'une vitesse mesurée soit supérieure à celui-ci, est de 20%. Ces seuils sont aisément déterminables à partir de l'histogramme construit à l'étape 142. Ainsi les seuils S1 et S2, déterminés à partir de l'histogramme 200 de la figure 8B, sont respectivement 87 et 101 km/H.

10 **[0134]** En variante, des seuils supplémentaires sont déterminés pour chaque tronçon. Ces seuils supplémentaires délimitent par exemple des conditions de circulation exceptionnelles, de conditions de circulation simplement inhabituelles.

[0135] L'étape 146 du procédé de la figure 7 est une étape d'enregistrement des seuils de vitesse S1 et S2 dans les moyens 24 de stockage d'informations. Les seuils S1 et S2 sont enregistrés de manière à être associés au palier pour lequel ils ont été calculés.

15 **[0136]** En variante, les seuils sont déterminés à partir d'une loi de répartition de probabilité classique, adaptée pour correspondre au mieux à celle des vitesses mesurées pendant le palier. Par exemple, on peut supposer que sur un palier les vitesses mesurées suivent une loi normale.

[0137] Toutefois, l'utilisation d'un histogramme au lieu d'une loi de répartition de probabilité classique, dispense de faire une hypothèse sur le type de loi de répartition de probabilité que les vitesses mesurées suivent. Par conséquent

20 **[0138]** A l'issue de l'étape 146 le procédé retourne à l'étape 140 tant que les seuils S1 et S2 n'ont pas été calculés pour l'ensemble des paliers.

[0139] L'organigramme de la figure 9 représente un exemple de procédé de détermination de seuils entre des conditions de circulation habituelles et inhabituelles pour chaque inter-paliers calculés lors de l'étape 64 de la figure 4. La distribution de probabilité associée aux vitesses mesurées pendant un inter-palier et par construction instable, par conséquent, cette distribution de probabilité ne peut pas être utilisée de façon fiable pour déterminer des seuils de façon analogue au procédé de la figure 7.

[0140] De nombreux procédés sont possibles et celui présenté à la figure 9 n'est qu'un exemple.

[0141] Le procédé de la figure 9 comporte trois étapes 150, 152 et 154 successives.

30 **[0142]** L'étape 150 consiste à choisir un inter-palier puis à sélectionner dans les moyens 24 de stockage d'informations les seuils S1 et S2 respectivement des paliers précédent et suivant cet inter-palier. Les seuils S1 et S2 du palier précédent sont notés V1' et V2' et les seuils S1 et S2 du palier suivant sont notés V1" et V2".

[0143] On remarque que ce procédé peut être appliqué à tous les inter-paliers car, ici par hypothèse, le modèle de conditions de circulation débute et s'achève toujours par un palier quel que soit le type de période considéré.

35 **[0144]** L'étape 152 consiste à calculer deux seuils de vitesses S1(t) et S2(t) fonctions du temps. Le seuil S1(t) délimite des conditions de circulation inhabituellement encombrées de conditions de circulation habituelles. Le seuil S2(t) délimite, quant à lui, des conditions de circulation habituelles de conditions de circulation inhabituellement fluides. S1(t) est ici une fonction linéaire déterminée de manière à ce qu'elle satisfasse des conditions limites suivantes :

- 40
- S1(t) = V1' lorsque t correspond à la fin du palier précédent;
 - Si (t) = V1 " lorsque t correspond au début du palier suivant.

[0145] S2(t) est également une fonction linéaire du temps déterminée de manière à ce qu'elle satisfasse des conditions limites suivantes :

- 45
- S2(t) = V2' lorsque t correspond à la fin du palier précédent;
 - S2(t) = V2 " lorsque t correspond au début du palier suivant.

50 **[0146]** L'étape 154 est une étape d'enregistrement des coefficients des fonctions linéaires S1(t) et S2(t) dans les moyens 24 de stockage d'informations de manière à ce qu'ils soient associés à l'inter-palier pour lequel ils ont été calculés.

[0147] A l'issue de l'étape 154 le procédé retourne à l'étape 150 tant que des seuils S1(t) et S2(t) n'ont pas été calculés pour l'ensemble des inter-paliers.

55 **[0148]** L'organigramme de la figure 10 représente un exemple de procédé de détermination d'indications de conditions de circulation inhabituelles. Ce procédé comporte quatre étapes 160, 162, 164 et 166 successives.

[0149] L'étape 160 est une étape de sélection d'une mesure courante dans les moyens 26 de stockage d'informations. Les informations ainsi sélectionnées comportent :

EP 1 249 809 A1

- une vitesse courante ;
- la date et l'heure à laquelle cette mesure de vitesse a été réalisée ;
- une identification du tronçon sur lequel la mesure de vitesse a été réalisée.

5 **[0150]** L'étape 162 est une étape de sélection des conditions de circulation habituelles auxquels la vitesse courante sélectionnée doit être comparée. Cette étape consiste à sélectionner dans les moyens 24 de stockage d'informations les seuils S1/ S2 ou S1(t)/S2(t) correspondants. Pour cela le type de période et le palier ou l'inter-palier auxquels la mesure courante sélectionnée appartient sont identifiés de façon classique à partir de la date et de l'heure de la mesure. Ensuite, si l'heure de la mesure correspond à un palier, les seuils S1/S2 correspondants sont sélectionnés. Si au contraire l'heure de la mesure correspond à un inter-palier, les seuils S1(t) et S2(t) sont calculés à partir des coefficients correspondants et de l'heure de la mesure.

10 **[0151]** Les étapes suivantes sont identiques que la mesure courante appartienne à un palier ou à un inter-palier, par conséquent pour simplifier la description, on ne distinguera pas ces deux cas et la description ne sera faite que pour les seuils S1, S2.

15 **[0152]** L'étape 164 est une étape de comparaison de la vitesse courante aux seuils S1 et S2 pour déterminer une indication de conditions de circulation inhabituelles. Si la vitesse courante est inférieure à S1, alors une indication de conditions de circulation inhabituellement encombrées est générée. Si la vitesse courante est supérieure à S2, alors une indication de conditions de circulation inhabituellement fluides est générée. Lorsque la vitesse courante est comprise entre les seuils S1 et S2, ceci correspond à des conditions de circulation habituelles et aucune indication de conditions de circulation inhabituelles n'est générée.

20 **[0153]** L'étape 166 est une étape d'enregistrement des indications de conditions de circulation inhabituelles dans les moyens 28 de stockage d'informations. Cette étape est réalisée de façon classique.

25 **[0154]** A l'issue de l'étape 166 le procédé retourne à l'étape 160 tant que l'ensemble des mesures courantes n'a pas été traité.

30 **[0155]** Le procédé de la figure 10 est exécuté à chaque fois que de nouvelles mesures courantes sont enregistrées dans les moyens 26 de stockage d'informations.

[0156] L'organigramme de la figure 11 représente un exemple de procédé de détermination d'indications de tendance. Ce procédé comporte deux étapes 170 et 172 successives.

35 **[0157]** L'étape 170 est une étape de détermination de trois moyennes glissantes G_1 , G_2 et G_3 . On note W_1 , W_2 , W_3 , W_4 et W_5 les cinq dernières vitesses archivées dans les moyens 22 de stockage d'informations pour un tronçon donné. L'étape 170 consiste à sélectionner les vitesses W_1 à W_5 dans les moyens 22 de stockage d'informations puis à calculer les moyennes glissantes G_1 , G_2 et G_3 selon les relations suivantes :

- $G_1 := (W_1 + W_2 + W_3) / 3$
- $G_2 := (W_2 + W_3 + W_4) / 3$
- $G_3 := (W_3 + W_4 + W_5) / 3$

40 **[0158]** L'étape 172 est une étape de comparaison des moyennes glissantes G_1 , G_2 et G_3 entre elles pour en déduire une indication de tendance. Cette étape 172 consiste par exemple à appliquer les règles de décision suivantes :

1. Si G_1 est inférieure à G_2 qui lui-même est inférieure à G_3 et si la différence entre G_3 et G_1 est supérieure à une première constante P_a alors une indication de tendance correspondant à une amélioration des conditions de circulation sur le tronçon étudié est enregistrée dans les moyens 28 de stockage d'informations.

45 2- Si G_1 est supérieure à G_2 qui lui-même est supérieure à G_3 et si la différence entre G_1 et G_3 est supérieure à une deuxième constante P_b alors une indication correspondant à une détérioration des conditions de circulation sur le tronçon étudié est enregistrée dans les moyens 28 de stockage d'informations.

3- Si G_2 est supérieure à G_1 et G_3 , ou si G_2 est inférieure à G_1 et G_3 alors une indication correspondant à une instabilité des conditions de circulation sur le tronçon étudié est enregistrée dans les moyens 28 de stockage d'informations.

50 4- Si G_1 , G_2 et G_3 sont égaux alors une indication correspondant à une stabilité des conditions de circulation sur le tronçon étudié est enregistrée dans les moyens 28 de stockage d'informations.

[0159] Le procédé de la figure 11 est exécuté pour chaque tronçon sur lequel les conditions de circulation sont inhabituelles.

55 **[0160]** Le fonctionnement du système d'indication de conditions de circulation routière inhabituelles va maintenant être décrit à l'aide des figures 1 et 2.

[0161] Le fonctionnement des moyens 32, 34, 36 et 38 de la figure 2 découle directement des procédés correspondants, décrits en regard des figures 3 à 11, par conséquent le fonctionnement de ces moyens ne sera pas décrit ici

en détail.

[0162] A intervalles réguliers, par exemple toutes les six minutes, les moyens 30 d'archivage (Fig. 2) des moyens 4 de traitement et d'archivage, se connectent à l'ordinateur 12. A chaque connexion, les moyens 30 d'archivage copient les nouvelles mesures de conditions de circulation dans les moyens 22 et 26 de stockage d'informations.

[0163] Les moyens 34 de comparaison sont alors activés et comparent pour chaque tronçon du réseau routier les nouvelles mesures courantes aux conditions de circulation habituelles enregistrés dans les moyens 24 de stockage d'informations c'est-à-dire aux seuils S1/S2 ou S1(t)/S2(t). Les indications de conditions de circulation inhabituelles éventuellement générées sont alors enregistrées dans les moyens 28 de stockage d'informations.

[0164] Pour chacun des tronçons comportant des indications de circulation inhabituelles enregistrées dans les moyens 28 de stockage d'informations, les moyens 36 de détermination d'indications de tendance sont activés. Ces moyens déterminent et enregistrent dans les moyens 28 de stockage d'informations une indication de tendance pour chacun de ces tronçons.

[0165] Les moyens 38 sont alors activés. Ils créent de nouvelles pages au format HTML à chaque fois que les informations enregistrées dans les moyens 28 de stockage d'informations sont mises à jour.

[0166] Lorsqu'un utilisateur équipé de moyens 8 de consultation, c'est-à-dire ici d'un ordinateur muni d'un navigateur Internet, se connecte aux moyens 4 de traitement et d'archivage, les pages HTML créées par les moyens 38 de consultation s'affichent dans le navigateur Internet utilisé. Les informations contenues dans ces pages HTML n'indiquent que les conditions de circulation inhabituelles c'est-à-dire ici des conditions de circulation soit inhabituellement encombrées soit inhabituellement fluides. Ainsi seules les informations pertinentes sont affichées. De plus, chaque indication de conditions de circulation inhabituelles est affichée avec une indication de tendance.

[0167] Par ailleurs, à intervalles réguliers, par exemple ici tous les mois, les moyens 32 de détermination de conditions de circulation habituelles sont activés. Les conditions de circulation habituelles enregistrées dans les moyens 24 de stockage d'informations sont alors mises à jour à partir des mesures archivées dans les moyens 22 de stockage d'informations. Ainsi le système est apte à s'adapter à des évolutions des conditions de circulation habituelles au cours du temps.

[0168] En variante, les moyens 4 de traitement et d'archivage comportent des moyens de contrôle de la pertinence des conditions de circulation habituelles. Ces moyens sont par exemple aptes à calculer le taux Tx suivant pour chaque tronçon :

$$Tx = \frac{N_{inhabituelle}}{N_{traitement}}$$

où :

- $N_{inhabituelle}$ représente le nombre d'occurrences d'indications de conditions de circulation inhabituelles sur un tronçon donné ;
- $N_{traitement}$ représente le nombre de fois où les mesures courantes ont été comparées aux conditions de circulation habituelles sur ce même tronçon.

[0169] Ce taux est donc représentatif du nombre de fois où des conditions de circulation inhabituelles ont été détectées. Si ce taux est élevé l'information affichée n'est probablement pas pertinente. Par conséquence, soit les conditions de circulation habituelles enregistrées dans les moyens 24 de stockage d'informations doivent être recalculées, soit les paramètres ou les constantes du système doivent être ajustées pour modifier ces conditions habituelles.

[0170] Cette variante est par exemple réalisée à partir de moyens logiciels classiques.

[0171] Dans une autre variante, le système décrit ici est combiné à des systèmes d'indication de conditions de circulation routière classiques. Une telle combinaison des deux systèmes est destinée à afficher de façon plus visible des indications de conditions de circulation routière inhabituelles tout en laissant la possibilité à l'utilisateur de consulter les conditions de circulation habituelles.

[0172] Dans une autre variante les moyens de traitement et d'archivage sont adaptés pour que les moyens de stockage d'informations dans lesquels sont enregistrées les conditions de circulation habituelles, soient directement accessibles aux utilisateurs du système, par exemple par intermédiaire d'un réseau de transmission d'informations. Les conditions de circulation habituelles déterminées par un système conforme à l'invention sont alors utilisées comme des prévisions de conditions de circulation futures.

[0173] Dans une autre variante, l'étape de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles consiste en outre à enregistrer la répartition de probabilité quasiment stable de chacun des paliers, par exemple l'histogramme de la fréquence d'apparition des vitesses. Dans cette même variante l'étape de comparaison des mesures courantes aux conditions de circulation habituelles consiste alors à calculer, lorsque la mesure courante se situe dans

un palier, un coefficient à partir de la répartition de probabilité enregistrée. Ce coefficient, par exemple la probabilité d'apparition de cette mesure courante, est calculé de manière à former une indication du caractère plus ou moins inhabituel des conditions de circulations mesurées. On notera que dans cette variante les conditions de circulation habituelles ne sont pas représentées par des seuils.

5

Revendications

10

1. Procédé de détermination de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- une étape de mesure des conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- une étape d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens (22) de stockage d'informations,
- une étape de traitement de certaines au moins de ces mesures archivées,

15

caractérisé en ce que l'étape de traitement comporte :

- une première étape (64) de calcul de paliers pendant lesquels les mesures archivées de conditions de circulation suivent une répartition de probabilité quasiment stable, et
- une deuxième étape (72) de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles à partir de la répartition de probabilité quasiment stable pendant celui-ci.

20

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première étape (64) de calcul de paliers comporte :

- une troisième étape (68) de calcul de la fin d'un palier, connaissant le début de ce palier,
- une quatrième étape (70) de calcul du début d'un palier suivant connaissant la fin d'un palier précédent.

25

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la troisième étape (68) de calcul de la fin d'un palier comporte :

- une étape (106) d'évaluation d'un ensemble de conditions de fin de palier.

30

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'étape (106) d'évaluation d'un ensemble de conditions de fin de palier est précédée d'étapes (62, 80) de détermination d'une suite chronologique, notée $V_i \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$, de valeurs médianes V_h de conditions de circulation construites à partir des mesures archivées, où V_i correspond à la première valeur médiane du début du palier.

35

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** une des valeurs médianes de la suite chronologique $V_i \dots V_h, V_{h+1} \dots V_f$ est déterminée à partir d'un histogramme représentant la fréquence d'apparition des valeurs des mesures archivées sur une période élémentaire.

40

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une première condition (90) de fin de palier formée par l'inégalité suivante :

$$D_{h+1} \times D_h \geq 0$$

où :

- « h » est un indice;
- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part une moyenne M_h des valeurs médianes V_i à V_h ;
- D_{h+1} est une distance analogue à D_h mais calculée pour un indice $h+1$.

50

7. Procédé selon l'une des revendication 4 à 6, **caractérisé en ce que** l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une deuxième condition (92) de fin de palier formée par l'inégalité suivante :

55

- $|D_h| \geq D(M_h)$
- où :

- « h » est un indice;
- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part une moyenne M_h des valeurs médianes V_i à V_h ;
- $|D_h|$ est une valeur absolue de la distance D_h ;
- $D(M_h)$ est une fonction croissante choisie pour contrôler la deuxième condition de fin de palier.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la fonction $D(M_h)$ est la fonction suivante :

$$D(M_h) = k_1 M_h^\lambda$$

où :

- k_1 et λ sont des paramètres choisis pour contrôler la deuxième condition de fin de palier.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** :

- le paramètre k_1 est compris entre 0,3 et 0,45 ; et
- le paramètre λ est sensiblement égal à 0,5.

10. Procédé selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** l'ensemble de conditions de fin de palier comporte une troisième condition (94) de fin de palier formée par à évaluer l'inégalité suivante :

$$|S_h| \geq S(M_h)$$

où :

- « h » est un indice;
- $S(M_h)$ est une fonction croissante choisie pour contrôler la troisième condition de fin de palier,
- M_h est une moyenne des valeurs médianes V_i à V_h ;
- $|S_h|$ est une valeur absolue de la somme des distances D_h et D_{h+1} ,

où :

- D_h est une distance entre d'une part la valeur médiane V_{h+1} , et d'autre part la moyenne M_h , et
- D_{h+1} est une distance analogue à D_h mais calculée pour un indice $h+1$

11. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la fonction $S(M_h)$ est la fonction suivante :

$$S(M_h) = k_2 M_h^\lambda$$

où :

- k_2 et λ sont des paramètres choisis pour contrôler la troisième condition de fin de palier.

12. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les paramètres k_2 et λ sont respectivement sensiblement égaux à 1,8 et 0,5.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la quatrième étape (70) de calcul de début d'un palier comporte :

- une étape (126) d'évaluation d'un ensemble de conditions de début de palier.

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'étape (126) d'évaluation d'un ensemble de conditions de début de palier est précédée d'étapes (62, 110) de détermination d'une suite chronologique, notée $V_j, V_h, V_{h+1} \dots V_f$, de valeurs médianes V_h de conditions de circulation construites à partir des mesures archivées, où V_j correspond à la première valeur médiane suivant la fin du palier précédent.

15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'une** des valeurs médianes de la suite chronologique $V_j \dots$

EP 1 249 809 A1

$V_h, V_{h+1} \dots V_f$ est déterminée à partir d'un histogramme représentant la fréquence d'apparition des valeurs des mesures archivées sur une période élémentaire.

5 **16.** Procédé selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** l'ensemble de conditions de début de palier comporte une première condition (114) de début de palier formée par l'inégalité suivante :

- $r_h \leq \max (R(| a_h |); q r_{h+1});$

où :

- 10
- « h » est un indice;
 - a_h est une estimation de la pente de la suite chronologique de valeurs médianes de V_j à V_h ;
 - $| a_h |$ est une valeur absolue de a_h ;
 - $R(| a_h |)$ est un fonction croissante ;
 - 15 - « q » est un paramètre choisi pour contrôler la première condition de début de palier ;
 - r_h est une estimation de la variation d'une estimation de la hauteur du palier suivant entre les indices h et h+1 ;
 - r_{h+1} est une estimation analogue à r_h mais calculée pour un indice h+1 ;
 - $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y.

20 **17.** Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le paramètre q est sensiblement égal à 1.

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, **caractérisé en ce que** la fonction $R(| a_h |)$ est la fonction suivante :

- $R(| a_h |) = k_3 | a_h |^\alpha$

25 où :

- k_3 et α sont des paramètres choisis pour contrôler la première condition de début de palier.

30 **19.** Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** les paramètres k_3 et α sont respectivement sensiblement égaux à 1,2 et -0,5.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 19, **caractérisé en ce que** l'ensemble de conditions de début de palier comporte une deuxième condition de début de palier formée par l'inégalité suivante :

35 - $| P_h - V_h | \leq \max [W(| a_h |); | P_{h+1} - V_{h+1} |]$

où

- 40
- « h » est un indice;
 - $\max(x,y)$ est la fonction maximum de x et y.
 - a_h est une estimation de la pente de la suite chronologique de valeurs médianes de V_j à V_h ;
 - $| a_h |$ est une valeur absolue de a_h ;
 - $W(| a_h |)$ est un fonction croissante;
 - 45 - P_h est une estimation de la hauteur du palier suivant si celui-ci débute à l'indice h ;
 - P_{h+1} est une estimation analogue à P_h mais calculée pour un indice h+1 ;
 - $| P_h - V_h |$ et $| P_{h+1} - V_{h+1} |$ sont respectivement les valeurs absolues des différences suivantes : $P_h - V_h$ et $P_{h+1} - V_{h+1}$.

50 **21.** Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la fonction $W(| a_h |)$ est la fonction suivante :

- $W(| a_h |) = k_4 | a_h |^\beta$

où :

- 55
- k_4 et β sont des paramètres choisis pour contrôler la deuxième condition de début de palier.

22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** les paramètres k_4 et β sont respectivement sensiblement

égaux à 0,8 et 0,5.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième étape (72) de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles consiste à déterminer au moins un seuil entre des conditions de circulation habituelles et des conditions de circulation inhabituelles.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de mesure des conditions de circulation routière courantes consiste à mesurer la vitesse moyenne des véhicules sur ledit tronçon à intervalles réguliers, les valeurs courantes étant alors des vitesses courantes et les valeurs médianes, des vitesses médianes.

25. Procédé d'indication de conditions de circulation inhabituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- une étape de mesure des conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- une étape d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens (22) de stockage d'informations,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- une étape de détermination de conditions de circulation habituelles sur ledit tronçon selon le procédé d'une des revendications précédentes ,
- une étape (164) de comparaison des mesures courantes sur ce tronçon avec les conditions de circulation habituelles pour déterminer éventuellement une indication de conditions de circulation routière inhabituelles.

26. Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur (20).

27. Système de détermination de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- des moyens (2) de mesure de conditions de circulation routière courantes sur ce tronçon,
- des moyens (30) d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens (22) de stockage d'informations,
- des moyens (4) de traitement de certaines au moins de ces mesures archivées,

caractérisé en ce que les moyens (4) de traitement comportent :

- des premiers moyens (42) de calcul de paliers pendant lesquels les mesures archivées de conditions de circulation routière suivent une répartition de probabilité quasiment stable, et
- des deuxième moyens (44) de détermination pour chaque palier de conditions de circulation habituelles à partir de la répartition de probabilité quasiment stable pendant celui-ci.

28. Système d'indication de conditions de circulation inhabituelles sur un tronçon d'un réseau routier comportant :

- des moyens (2) de mesure de conditions de circulation courantes sur ce tronçon,
- des moyens (30) d'archivage de ces mesures courantes au cours du temps dans des moyens (22) de stockage d'informations,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- un système de détermination de conditions de circulation habituelles sur un tronçon d'un réseau routier selon la revendication 27,
- des moyens (34) de comparaison des mesures courantes sur ce tronçon avec les conditions de circulation habituelles pour déterminer éventuellement une indication de conditions de circulation inhabituelles.

29. Moyens (4) de traitement d'informations **caractérisés en ce qu'il** comporte un système selon l'une des revendications 27 ou 28.

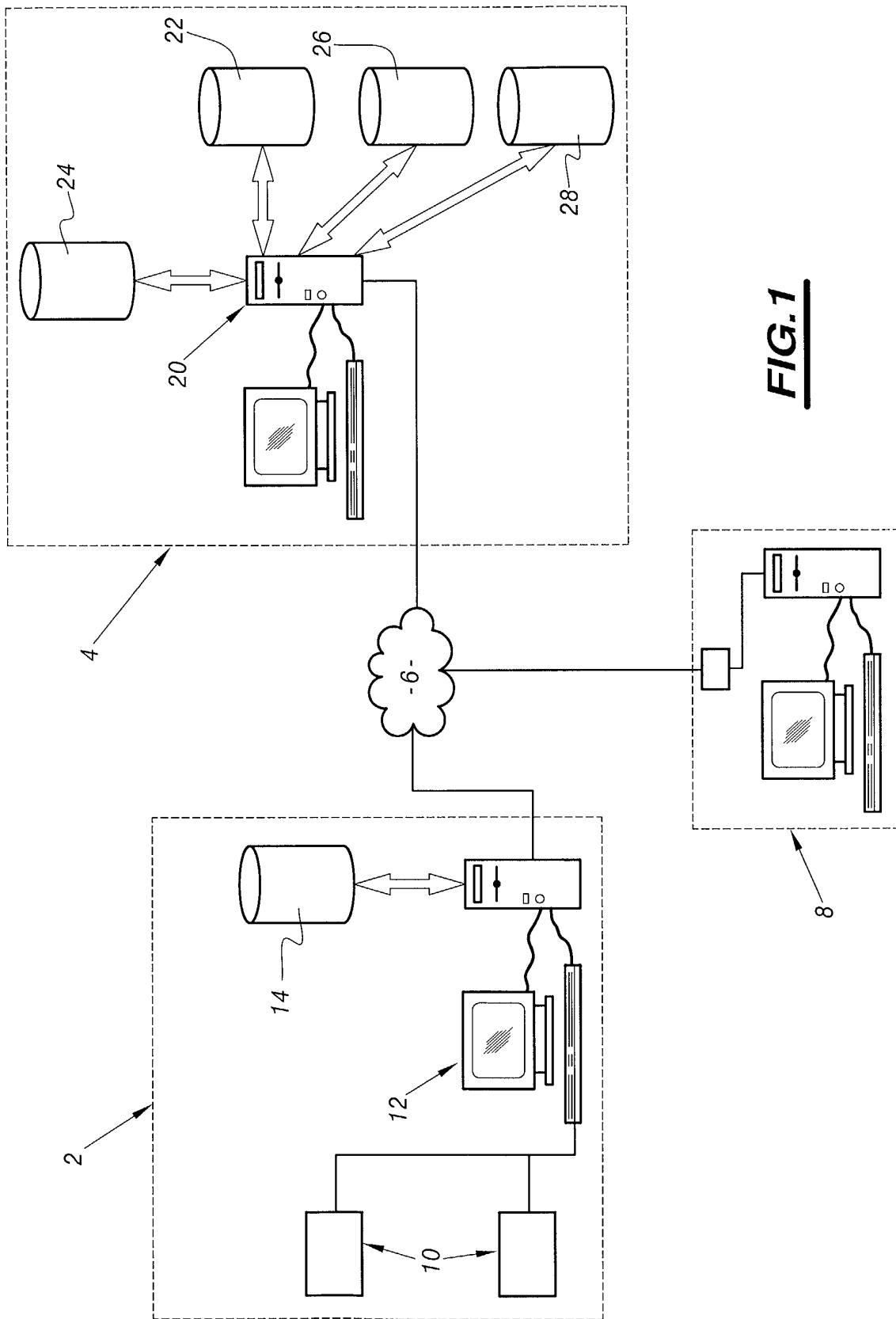


FIG.1

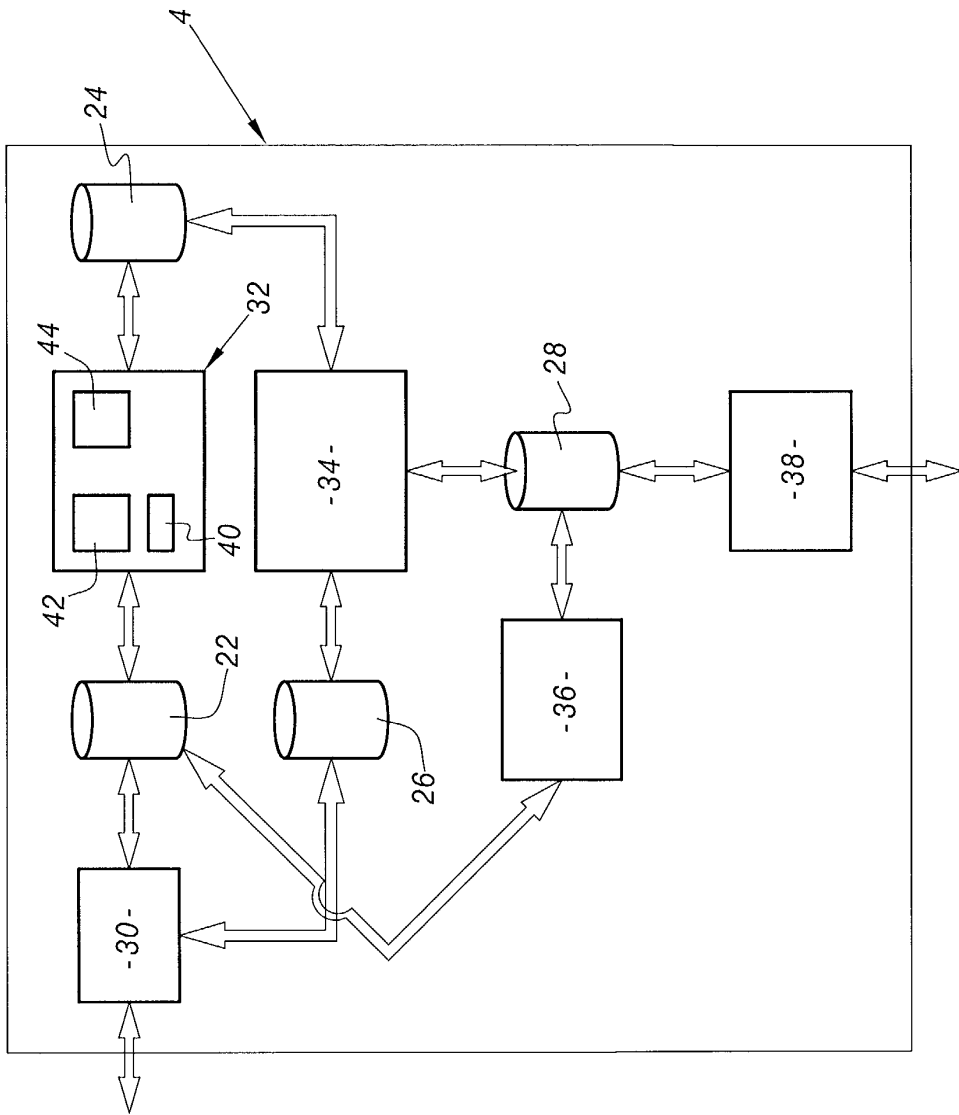


FIG. 2

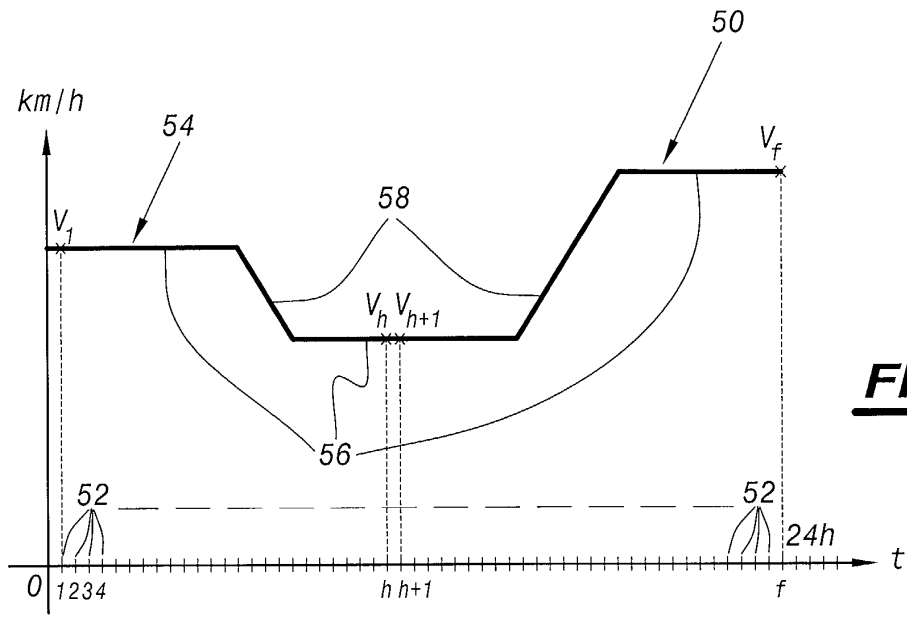


FIG. 3

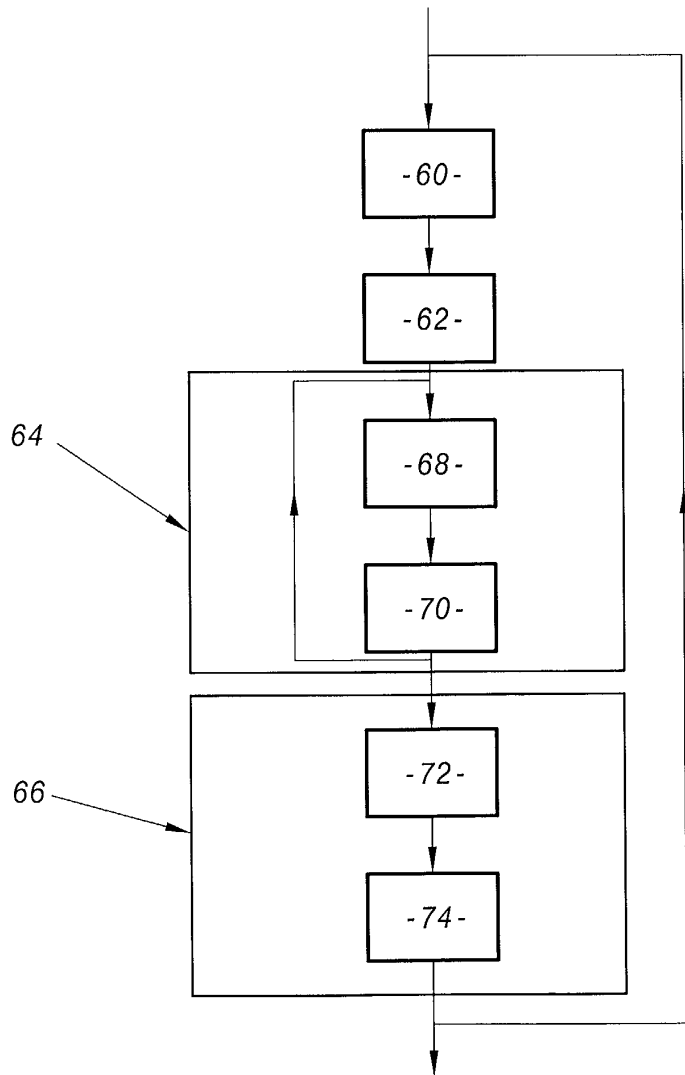


FIG. 4

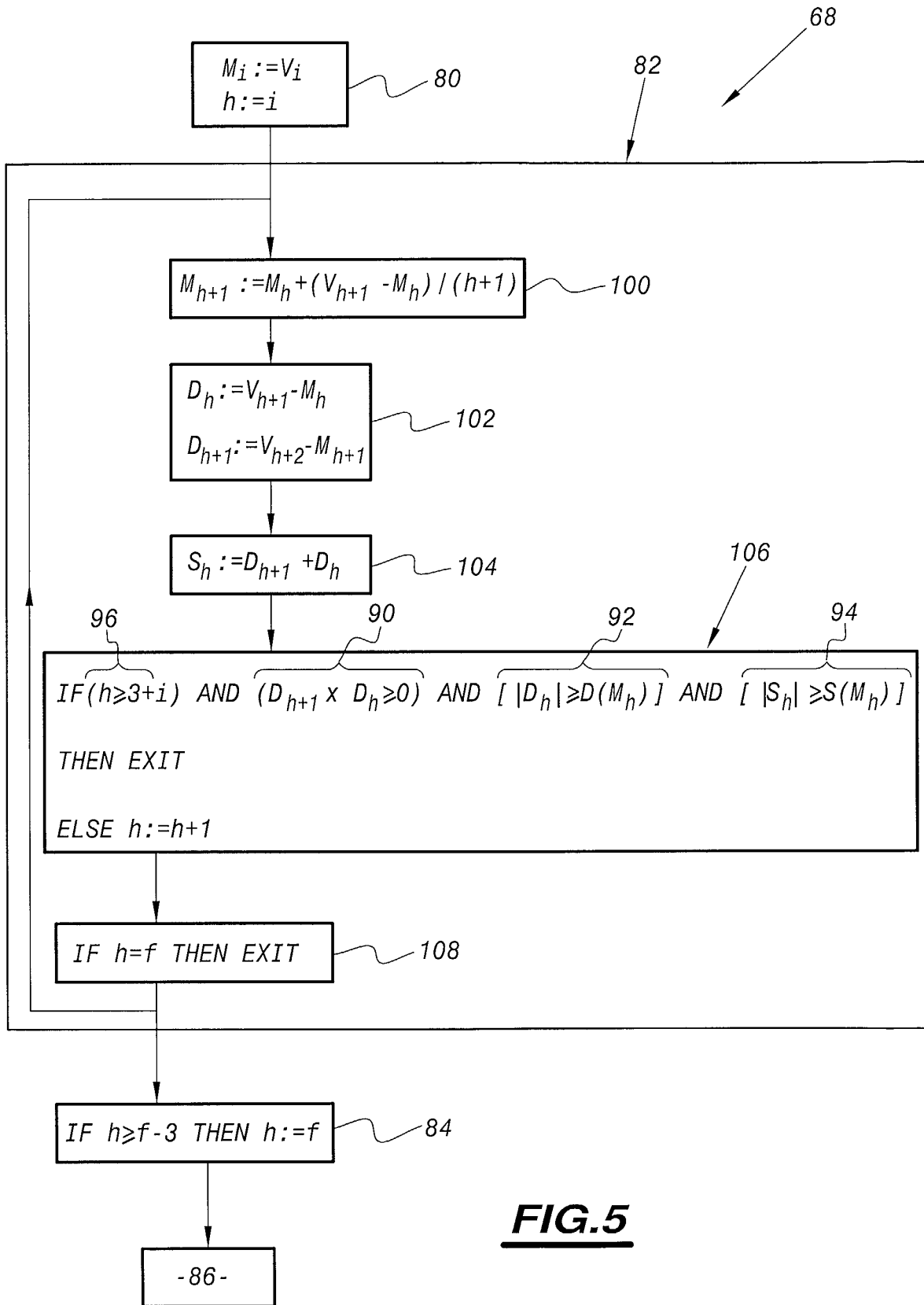
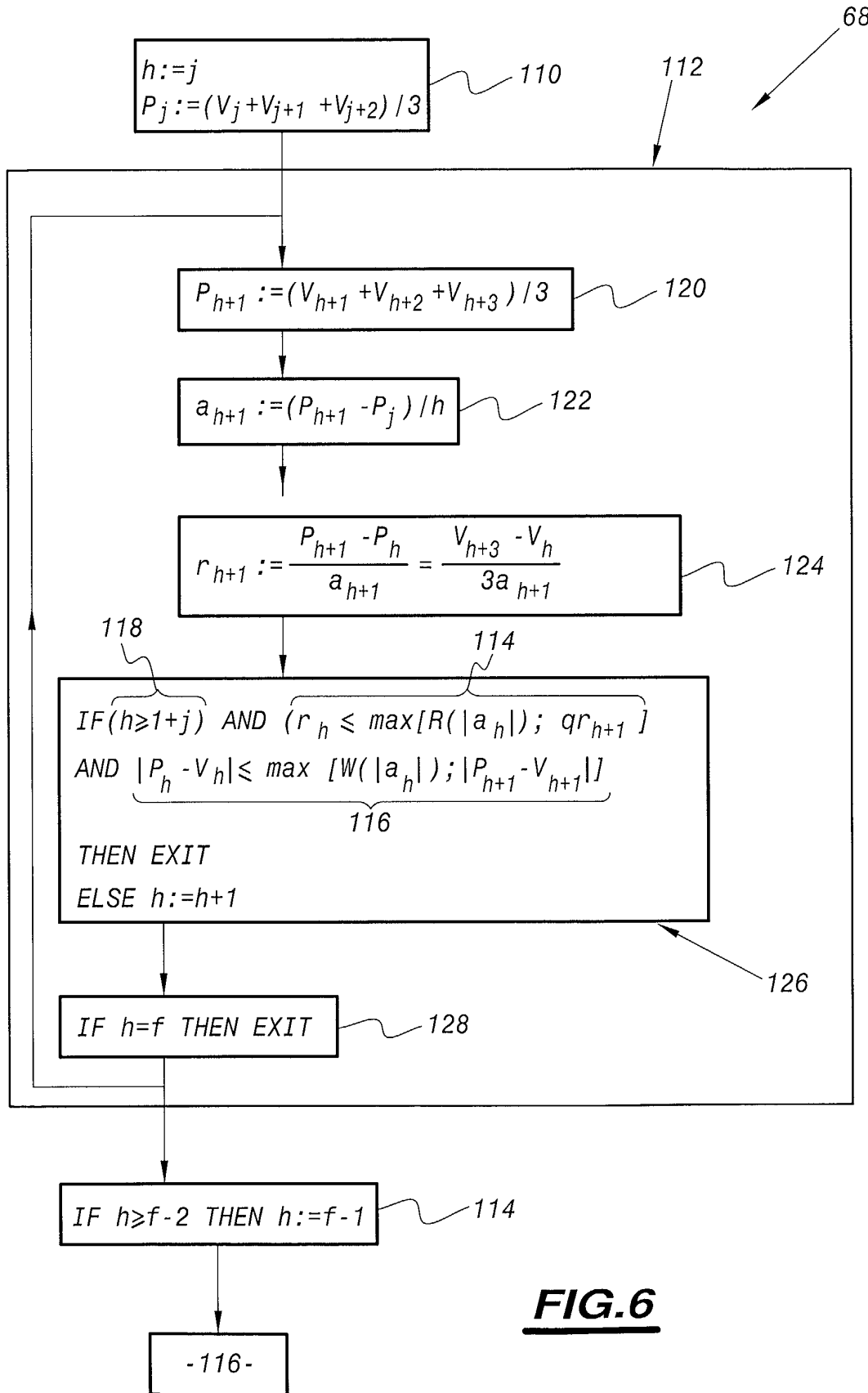


FIG.5



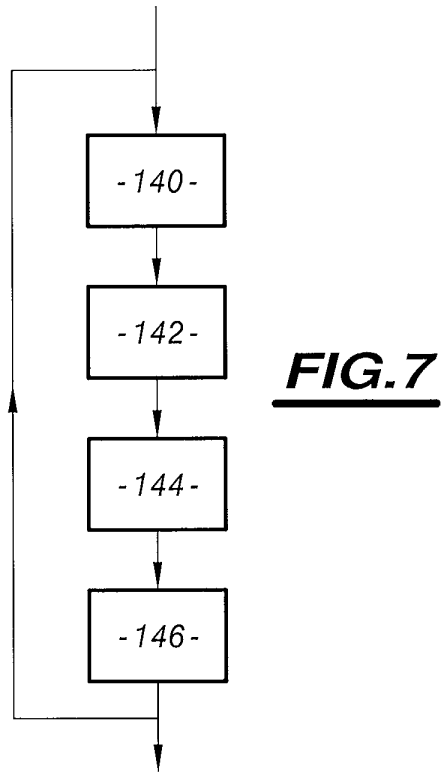


FIG.7

	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190
150											
152		05:06	05:12	05:18	05:24	05:30	05:36	05:42	05:48	05:54	06:00
154											
156	15/04/1998	81	87	50	90	94	95	89	104	98	97
158	16/04/1998	89	88	81	88	90	96	101	96	105	108
160	22/04/1998	95	87	93	90	94	97	98	108	101	103
	24/04/1998	99	85	92	100	99	101	92	103	104	108

FIG.8A

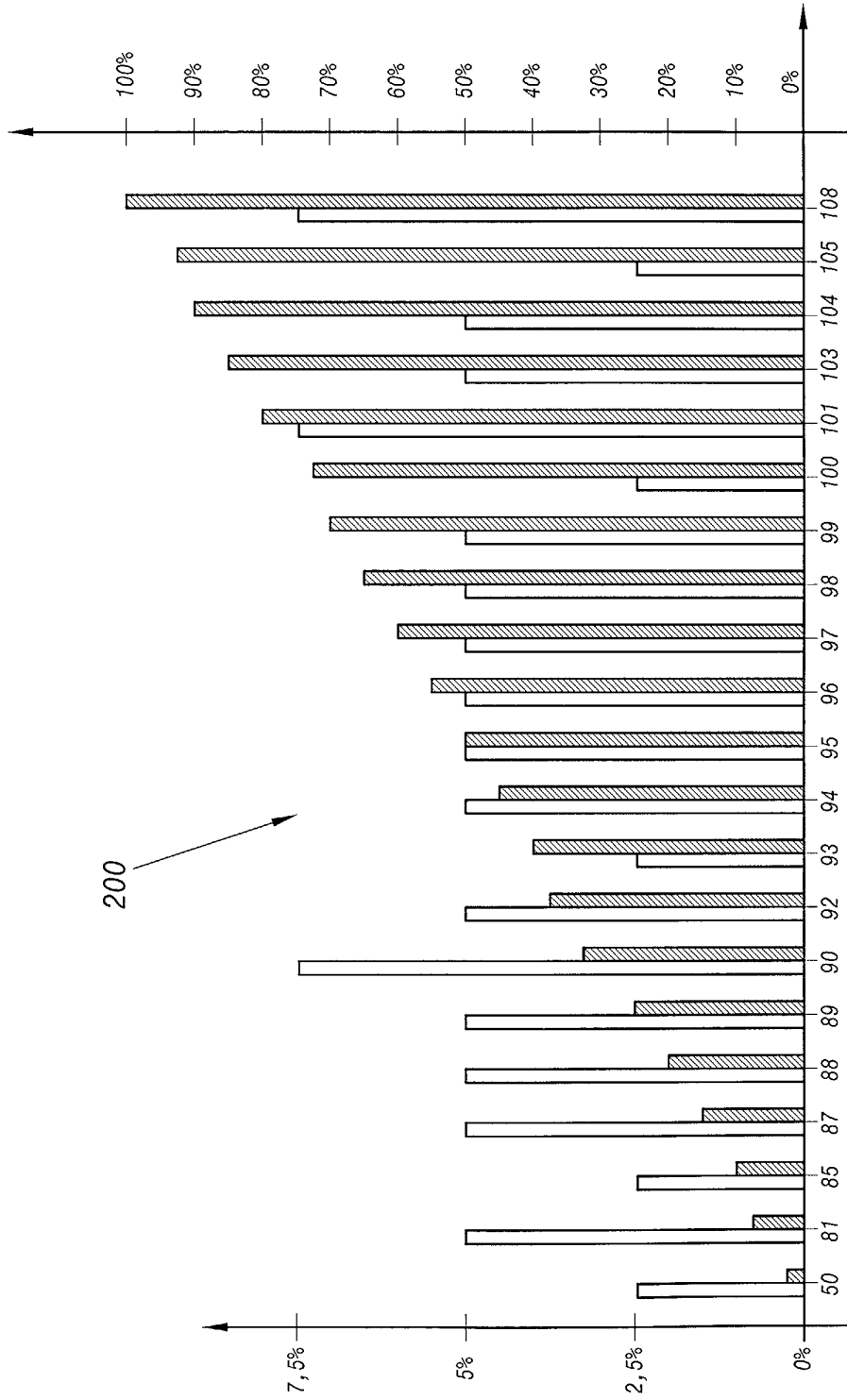


FIG.8B

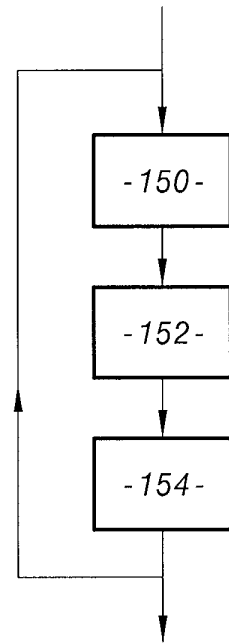


FIG.9

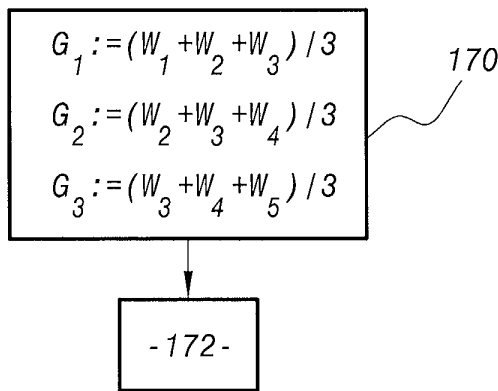


FIG.11

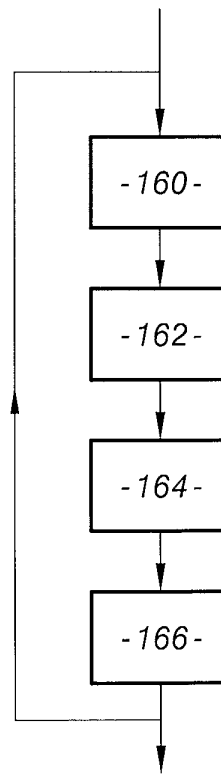


FIG.10



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)	
A	EP 1 071 058 A (DDG GES FUER VERKEHRSDATEN MBH) 24 janvier 2001 (2001-01-24) * alinéa '0017! *	1-28	G08G1/01	
A	IOKIBE T ET AL: "TRAFFIC PREDICTION METHOD BY FUZZY LOGIC" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUZZY SYSTEMS. SAN FRANCISCO, MAR. 28 - APR. 1, 1993, NEW YORK, IEEE, US, vol. 2 CONF. 2, 28 mars 1993 (1993-03-28), pages 673-678, XP000371490 ISBN: 0-7803-0614-7 * le document en entier *	1-28		
A	EP 1 026 649 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 9 août 2000 (2000-08-09) * figures 6,7 *	1-28		
A	EP 0 944 890 A (MANNESMANN AG) 29 septembre 1999 (1999-09-29) * le document en entier *	1-28		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	FR 2 781 912 A (PEUGEOT) 4 février 2000 (2000-02-04) * le document en entier *	1-28		G08G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications				
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE		17 juillet 2002	Créchet, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES				
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 0914

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

17-07-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1071058	A	24-01-2001	DE	19935770 A1	01-02-2001
			EP	1071058 A1	24-01-2001
EP 1026649	A	09-08-2000	DE	19904909 A1	10-08-2000
			EP	1026649 A2	09-08-2000
			JP	2000259990 A	22-09-2000
			US	6240364 B1	29-05-2001
EP 0944890	A	29-09-1999	DE	19754483 A1	18-06-1998
			EP	0944890 A1	29-09-1999
			US	6236932 B1	22-05-2001
			WO	9827525 A1	25-06-1998
FR 2781912	A	04-02-2000	FR	2781912 A1	04-02-2000

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82