



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.01.2009 Bulletin 2009/02

(51) Int Cl.:
G08G 1/01 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08104580.9**

(22) Date de dépôt: **27.06.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

• **Ecole Polytechnique**
91128 Palaiseau Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Nannicini Giacomo**
75018, PARIS (FR)

(74) Mandataire: **Lapoux, Roland**
Cabinet Bloch & Gevers
23bis, rue de Turin
75008 Paris (FR)

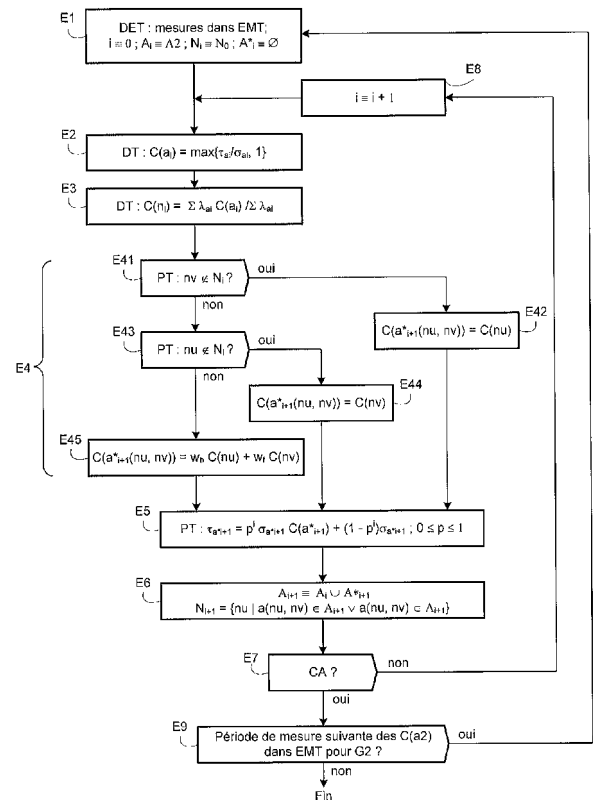
(30) Priorité: **02.07.2007 FR 0756225**

(71) Demandeurs:
• **Mediamobile**
94200 Ivry sur Seine (FR)

(54) **Estimation de trafic dans un réseau routier**

(57) Pour estimer le trafic dans un réseau routier de tronçons représentés par un graphe d'arcs bornés par des noeuds, le graphe comprend un ensemble d'arcs dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs. Pour chaque arc du graphe n'appartenant pas à l'ensemble d'arcs et ayant une extrémité reliée à une extrémité d'un arc dudit ensemble sont estimés (E4, E5) un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc, et une information de trafic dudit chaque arc dépendant du coefficient de congestion estimé et d'une information de trafic statique dudit chaque arc. Une information de trafic mesurée sur une partie du graphe se propage ainsi dans des arcs adjacents dont le trafic n'est pas réellement mesuré.

FIG. 5



Description

[0001] La présente invention concerne une estimation partielle du trafic dans un réseau routier reposant sur une information de trafic dynamique partielle dans le réseau routier.

[0002] Avec le développement des systèmes d'informations routiers, on est aujourd'hui capable d'obtenir et de diffuser en temps réel des données concernant la fluidité du trafic sur un réseau routier.

[0003] Cette information de trafic, exprimée en vitesses de circulation ou de temps de parcours, est relevée en permanence en temps réel sur le terrain par différents équipements de mesure tels que des capteurs fixes sur les chaussées et des capteurs mobiles dans des véhicules. Cependant, ces équipements de mesure sont peu nombreux comparativement à l'étendue du réseau routier et produisent des relevés d'information de trafic ne couvrant qu'une partie minime du réseau routier.

[0004] Concrètement, une information de trafic n'est disponible à un instant donné que sur un sous-ensemble très réduit de tronçons du réseau routier. Sur les très nombreux tronçons restants du réseau routier, non couverts par les relevés d'information de trafic sur le terrain, on ne dispose au mieux que de valeurs estimées statiques, qui peuvent être complètement séparées et très éloignées de la réalité du trafic à l'instant donné.

[0005] Dans cette situation, il est impossible de diffuser une information de trafic variable liée aux tronçons restants, et de considérer l'information statique qu'ils portent comme fiable par exemple dans un système de détermination d'itinéraire routier le plus rapide qui dépendrait de l'état actuel du trafic.

[0006] L'invention a pour objectif d'attribuer une information de trafic actualisée à des tronçons du réseau routier non couverts par les relevés des équipements de mesure sur le réseau routier, en utilisant l'information de trafic disponible pour les tronçons du réseau routier couverts par les relevés.

[0007] Pour atteindre cet objectif, un procédé pour estimer le trafic dans un réseau routier représenté par un graphe d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection, le graphe comprenant un ensemble d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs, est caractérisé en ce qu'il comprend:

une détermination d'un coefficient de congestion pour chaque arc dudit ensemble d'arcs proportionnel au rapport d'une information de trafic mesurée de l'arc sur une information de trafic statique dudit chaque arc dudit ensemble d'arcs, une détermination (E3) d'un coefficient de congestion pour chaque noeud dudit ensemble de noeuds sensiblement égal à une moyenne de coefficients de congestion d'arcs ayant une extrémité reliée audit chaque noeud et appartenant audit ensemble d'arcs, et pour chaque arc du graphe n'appartenant pas audit ensemble d'arcs et ayant au moins une extrémité reliée à un noeud de l'ensemble de noeuds, une estimation d'un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe, et une estimation d'une information de trafic dudit chaque arc du graphe dépendant du coefficient de congestion estimé et d'une information de trafic statique dudit chaque arc du graphe.

[0008] L'estimation des informations de trafic pour des arcs du graphe n'appartenant pas à l'ensemble d'arcs reflète une propagation des informations de trafic dynamique, relevées physiquement sur des tronçons du réseau routier correspondant aux arcs de l'ensemble d'arcs, vers des arcs correspondant à des tronçons pour lesquels aucune information de trafic n'est mesurée. Ainsi de proche en proche, par au moins une itération des déterminations et estimations en prenant les arcs du graphe dont les informations de trafic viennent d'être estimées en tant qu'arcs dudit ensemble d'arcs et les noeuds reliés chacun à une extrémité d'un arc du graphe dont l'information de trafic vient d'être estimée en tant que noeuds dudit ensemble de noeuds, les informations de trafic d'arcs dans le voisinage des arcs de l'ensemble d'arcs sont estimées. L'invention permet de proposer en temps réel des itinéraires dans le réseau routier en fonction d'informations de trafic estimées reflétant le trafic routier réel sur des tronçons pour lesquels le trafic n'est pas réellement mesuré.

[0009] L'information de trafic disponible sur le premier ensemble d'arcs dont les informations de trafic sont mesurées est propagée progressivement itération par itération dans le graphe, par pas d'arc, pour chaque actualisation des informations de trafic mesurées. Ceci résulte de l'influence de la vitesse moyenne des véhicules dans un tronçon de route donné sur la vitesse moyenne des véhicules sur des tronçons de route adjacents au tronçon de route donné et situés en amont et en aval du tronçon de route donné suivant son sens de circulation.

[0010] Le coefficient de congestion de chaque arc non renseigné du graphe est modifié en fonction d'au moins le coefficient de congestion déjà estimé d'un noeud à l'une de ses extrémités. Deux cas se présentent alors :

- le coefficient de congestion de l'arc non renseigné du graphe est égal au coefficient de congestion du noeud de l'ensemble de noeuds relié à une extrémité de l'arc non renseigné si l'autre extrémité de l'arc non renseigné est reliée à un noeud n'appartenant pas à l'ensemble de noeuds; ou

- le coefficient de congestion de l'arc non renseigné du graphe dépend d'une relation linéaire des coefficients de congestion de deux noeuds de l'ensemble de noeuds reliés respectivement aux extrémités de l'arc non renseigné si les deux noeuds appartiennent à l'ensemble de noeuds.

[0011] Comme on le verra dans la suite de la description, pour chaque arc, l'information de trafic mesurée, respectivement estimée, peut être un temps de parcours mesuré, respectivement estimé, de l'arc et l'information de trafic statique est un temps de parcours statique de l'arc. L'information de trafic de chaque arc du graphe peut être estimée en fonction d'une relation linéaire du produit du coefficient de congestion estimé et de l'information de trafic statique de l'arc.

[0012] Des itérations des déterminations et estimations peuvent être arrêtées lorsqu'un temps prédéterminé d'exécution des itérations inférieur à une période de mesure des informations de trafic est atteint, et/ou le nombre d'itérations des déterminations et estimations peut être limité à la profondeur de voisinages des noeuds de l'ensemble d'arcs, et/ou des itérations des déterminations et estimations peuvent être arrêtées pour un arc donné lorsque l'information de trafic estimée avoisine une constante prédéterminée à un paramètre de tolérance près.

[0013] L'invention a aussi pour objet un dispositif pour estimer le trafic dans un réseau routier représenté par un graphe d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection, le graphe comprenant un ensemble d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs. Le dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen pour déterminer un coefficient de congestion pour chaque arc dudit ensemble d'arcs proportionnel au rapport d'une information de trafic mesurée de l'arc sur une information de trafic statique dudit chaque arc dudit ensemble d'arcs, un moyen pour déterminer un coefficient de congestion pour chaque noeud dudit ensemble de noeuds sensiblement égal à une moyenne de coefficients de congestion d'arcs ayant une extrémité reliée audit chaque noeud et appartenant audit ensemble d'arcs, et

pour chaque arc du graphe n'appartenant pas audit ensemble d'arcs et ayant au moins une extrémité reliée à un noeud de l'ensemble de noeuds, un moyen pour estimer un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe, et un moyen pour estimer une information de trafic dudit chaque arc du graphe dépendant du coefficient de congestion estimé et d'une information de trafic statique dudit chaque arc du graphe.

[0014] Enfin, l'invention se rapporte à un programme d'ordinateur apte à être mis en oeuvre dans un dispositif informatique et destiné à estimer le trafic dans un réseau routier représenté par un graphe d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection, le graphe comprenant un ensemble d'arcs correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs. Le programme comporte des instructions qui, lorsque le programme est exécuté dans ledit dispositif, réalisent les étapes du procédé selon l'invention.

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations de l'invention données à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est un bloc-diagramme schématique d'un dispositif d'estimation de trafic routier selon l'invention ;
- la figure 2 est un premier graphe d'arcs respectivement associés aux tronçons d'un réseau routier ;
- la figure 3 est un deuxième graphe comprenant des arcs renseignés dynamiquement et associés à des tronçons du réseau routier munis d'équipements de mesure de trafic ;
- les figures 4A, 4B et 4C sont des schémas d'arcs du premier graphe à renseigner dynamiquement par propagation d'information de trafic successivement à des passes d'étapes récursives selon l'invention ; et
- la figure 5 est un algorithme d'un procédé d'estimation de trafic routier selon l'invention.

[0016] Comme montré à la figure 1, un dispositif d'estimation de trafic routier DET pour traiter le trafic d'un réseau routier RR selon l'invention comprend une unité centrale de traitement UC, un modélisateur de trafic routier par graphe orienté MTR, un module de détermination d'information de trafic DT, un module de propagation de trafic PT, une interface de communication IC et une base de données BD.

[0017] L'unité centrale de traitement UC, telle qu'un processeur, contrôle l'exécution du procédé et est reliée aux ou intègrent les composants précités dans le dispositif.

[0018] Le dispositif d'estimation de trafic DET selon l'invention est par exemple inclus dans un ordinateur personnel ou un serveur. Les blocs fonctionnels du dispositif DET représentés à figure 1 assurent des fonctions ayant un lien avec l'invention et peuvent correspondre à des modules logiciels et/ou matériels.

[0019] Selon la réalisation illustrée à la figure 1, le dispositif DET est inclus dans ou relié à un serveur diffusant

périodiquement en temps réel des informations de trafic routier actualisées vers des systèmes de navigation routière par exemple à bord de véhicules ou inclus dans des terminaux de radiocommunication portables, comme des assistants numériques personnels communicants PDA (smartphones), pour déterminer des itinéraires. Les informations de trafic routier diffusées sont actualisées en fonction d'informations de trafic mesurées par des équipements de mesure de trafic EMT.

[0020] Selon une autre réalisation, le dispositif DET est inclus dans ou relié à un système de navigation routière qui reçoit périodiquement des informations de trafic relevées par des équipements de mesure.

[0021] La base de données BD est liée au dispositif DET, c'est-à-dire elle est soit intégrée dans le dispositif DET, soit incorporée dans un serveur de gestion de base de données et reliée au dispositif DET par une liaison locale ou distante. La base de données BD comprend notamment des informations nécessaires au fonctionnement du dispositif DET de l'invention telles que des données cartographiques et de trafic du réseau routier RR caractérisant un graphe d'arcs orientés G1 représentant le réseau routier et un deuxième graphe d'arcs orientés G2 représentant une partie du réseau routier RR, les graphes étant définis ci-après.

[0022] L'interface de communication IC est apte à communiquer avec des équipements de mesure de trafic EMT tels que des postes de comptage de véhicule, capteurs de vitesse et caméras de surveillance de trafic, qui sont pour certains fixés temporairement ou en permanence sur et au-dessus des chaussées et pour certains mobiles dans des véhicules spécialisés, tels que des taxis. Par exemple, l'interface IC et les équipements EMT sont connectés à travers des liaisons sécurisées d'un réseau de télécommunications RT pouvant comprendre l'internet et un réseau de radiocommunication terrestre professionnel. Le dispositif DET traite périodiquement des informations de trafic mesurées et transmises par les équipements EMT, par exemple avec une période d'actualisation et de mesure des informations de trafic d'une à cinq minutes environ.

[0023] Comme montré aux figures 2 et 3, le réseau routier RR comprend une multitude de tronçons routiers. Le réseau routier RR est représenté formellement pour son traitement dans le dispositif d'estimation de trafic routier DET sous la forme d'un graphe orienté valué G1 composé d'un ensemble A1 d'arcs orientés a1. Un arc orienté a1 représente un sens de circulation sur un tronçon routier respectif s'étendant entre deux intersections.

[0024] Un noeud représente une intersection à la jonction de deux ou plusieurs tronçons. Les intersections de routes et de rues telles que carrefours, échangeurs et bifurcations sont représentées par des noeuds. Chaque tronçon routier est délimité à ses extrémités par deux noeuds. Un tronçon routier à sens unique de circulation depuis un premier noeud nu vers un deuxième noeud nv est ainsi représenté par un arc orienté a1 (nu, nv) de longueur prédéterminée. Un tronçon routier à double sens de circulation entre un noeud nu et un noeud nv est représenté par deux arcs orientés opposés a1 (nu, nv) et a1 (nv, nu).

[0025] A chaque arc a1 (nu, nv) du graphe G1 est associée une information de trafic qui peut être variable et qui est selon l'invention le temps de parcours nécessaire à un véhicule pour parcourir le tronçon représenté par l'arc, ou en variante toute autre variable dépendant linéairement du temps de parcours comme un flux de véhicule ou la vitesse de circulation sur le tronçon, laquelle est déduite du rapport du temps de parcours et de la longueur du tronçon.

[0026] Le réseau routier RR est défini par deux graphes G1(N1, A1) et G2(N2, A2) montrés aux figures 2 et 3. N1 et A1 désignent l'ensemble des noeuds n1 et l'ensemble des arcs a1 du graphe G1. N2 et A2 désignent l'ensemble des noeuds n2 et l'ensemble des arcs a2 du graphe G2. Dans la suite de la description, un arc désigné par la lettre "a" non suivie du chiffre 1 ou 2 appartient indifféremment à l'un ou l'autre des graphes G1 et G2 ; au moins l'un des deux noeuds désigné par la lettre "n" suivie d'une lettre minuscule entre des parenthèses succédant à "a1", "a2" appartient au graphe G1, G2 auquel l'arc appartient.

[0027] Le graphe G1 représente le réseau routier exhaustif RR, c'est-à-dire tous les tronçons du réseau routier considéré y sont représentés. Selon un exemple montré à la figure 2 relatif à une ville comme Paris et sa proximité immédiate, toutes les rues dans lesquelles des véhicules sont autorisés à circuler à un instant donné sont représentées dans le graphe G1 et sont divisées en des tronçons représentés par des arcs a1 bornés chacun par deux intersections représentées respectivement par des noeuds n1. Le cas particulier d'une impasse bornée par une extrémité borgne et une intersection peut être également représenté par un arc a1 avec deux noeuds n1. Selon un autre exemple, si le réseau routier RR est celui d'un pays, toutes les routes circulables sont contenues dans le graphe G1.

[0028] À chaque arc a1 (nu, nv) est associé un et un seul temps de parcours de référence σ_{uv} , exprimé dans la même unité de temps pour tous les arcs, comme la seconde. Le temps de parcours σ_{uv} est statique et n'évolue pas en fonction des conditions réelles du trafic à un instant donné dans le tronçon routier correspondant. Le temps de parcours σ_{uv} est typiquement le plus court temps possible pour parcourir le tronçon routier correspondant à l'arc a1(nu, nv). Le plus souvent, le temps de parcours σ_{uv} est égal au rapport de la longueur du tronçon routier sur la vitesse administrative maximale autorisée.

[0029] La base de données BD a prémémorisé en association à un identificateur désignant un arc a1, outre le temps de parcours de référence σ_{uv} , d'autres informations caractérisant l'arc, notamment une longueur et un nombre de voies λ_{uv} de circulation sur le tronçon routier correspondant à l'arc a1(nu, nv) et à son sens.

[0030] Le graphe G2 est un sous-graphe du graphe G1 représentant un sous-réseau du réseau routier RR. A tout arc

a2 du sous-graphe G2 correspond un arc respectif a1 du graphe G1.

[0031] Les arcs a2 contenus dans le sous-graphe G2 correspondent exclusivement à des tronçons routiers respectifs sur chacun desquels une information de trafic est relevée périodiquement par au moins un équipement de mesure de trafic EMT qui la transmet au dispositif DET. Le plus souvent, les arcs a2 correspondent aux tronçons urbains comme des axes à trafic élevé tels que des boulevards périphériques, avenues, boulevards et rues à sens unique dans une ville, et des autoroutes, routes nationales et autres grands axes de circulation pour un pays. Comparativement à la figure 2, le sous-graphe G2 à la figure 3 représente l'ensemble des tronçons des grandes artères de circulation parisiennes.

[0032] À chaque arc a2(nu, nv) est associée une information de trafic mesurée, telle qu'un temps de parcours mesuré τ_{uv} qui dépend par exemple du nombre de véhicule par unité de temps ayant traversé le tronçon routier correspondant. L'information de trafic mesurée évolue au cours du temps et est relevée périodiquement sur le tronçon routier correspondant par au moins un équipement de mesure de trafic EMT. Les informations de trafic mesurées sont périodiquement transmises par les équipements EMT au dispositif d'estimation de trafic routier DET et mémorisées dans la base de données BD.

[0033] Le modélisateur de trafic routier MTR modélise le trafic dans le réseau routier RR sur la base des quelques définitions et règles suivantes.

[0034] Le trafic routier sur un arc donné, c'est-à-dire en réalité sur le tronçon routier correspondant, est influencé par le trafic routier sur les arcs voisins de l'arc donné, et inversement a une influence sur le trafic routier sur les arcs voisins.

[0035] Tout temps de parcours τ_{uv} mesuré sur un arc donné a2(nu, nv) est en situation de trafic sous-optimale et est par conséquent au moins égal au temps de parcours de référence σ_{uv} , soit $\tau_{uv} \geq \sigma_{uv}$. Le trafic sur l'arc donné est exprimable par une information de trafic dynamique C_{uv} égale au rapport τ_{uv} / σ_{uv} entre le temps de parcours mesuré et le temps de parcours de référence.

[0036] Le trafic sur l'arc donné suit une relation de type proportionnalité avec le trafic sur les arcs adjacents à l'arc donné, ajustée par l'importance relative des arcs entre eux. L'importance relative peut être le nombre de voie de circulation suivant le sens de l'arc sur le tronçon correspondant du réseau routier.

[0037] Selon le procédé d'estimation de trafic routier de l'invention, l'information de trafic disponible sur le sous-graphe G2 est propagée vers le graphe G1, à chaque actualisation des informations de trafic mesurées sur le sous-graphe G2, mesurées par les équipements EMT. L'invention applique le principe selon lequel si le trafic est ralenti sur un tronçon de route donné, il y a de fortes présomptions pour qu'il le soit aussi sur des tronçons de route adjacents au tronçon de route donné. En termes d'arc, un arc "adjacent" à l'arc donné a2(nu, nv) est soit situé en aval de l'arc donné suivant son sens de "circulation" et relié à l'extrémité orientée nv, soit situé en amont de l'arc donné suivant son sens de "circulation" et relié à l'origine nu.

[0038] Une information de trafic partielle dans le sous-graphe G2 est alors complétée par une information de trafic calculée pour au plus la partie complémentaire au sous-graphe G2 dans le graphe G1. Le dispositif d'estimation de trafic routier DET travaille sur le graphe G1 en se basant sur des arcs a2 présents dans le sous-graphe G2 pour lesquels le dispositif dispose d'une information dynamique mesurée, et calcule une information dynamique estimée sur les arcs adjacents qui sont chacun situés en aval ou en amont d'un arc a2 et qui n'appartiennent pas au sous-graphe G2 et appartiennent au graphe G1. En partant de ces arcs du graphe G1 nouvellement actualisés, le dispositif attribue ensuite une information estimée aux arcs suivants, et ainsi de suite récursivement, jusqu'à satisfaire un critère d'arrêt CA défini plus loin.

[0039] A titre d'exemple montré à la figure 4A, un arc a20 du sous-graphe G2 est suivi en aval de deux arcs a10 et a11 du graphe G1 qui eux-mêmes sont respectivement suivis par des arcs a100 et a101 du graphe G1 et un arc a21 du graphe G2, et est précédé en amont de deux arcs a120 et a12 du graphe G1. Initialement, les arcs du graphe G1 portent une information de trafic statique et les arcs a20 et a21 du sous-graphe G2 portent des informations de trafic dynamiques mesurées réellement.

[0040] A une première passe récursive d'étapes du procédé de l'invention montrée par des arcs en pointillé à la figure 4B, le dispositif DET utilise l'information dynamique mesurée sur l'arc a20 pour estimer des informations dynamiques sur les arcs a10 et a12 adjacents respectivement en aval et en amont de l'arc a20, et utilise les informations dynamiques mesurées sur les arcs a20 et a21 pour estimer l'information dynamique sur l'arc a11 adjacent en aval à l'arc a20 et adjacent en amont à l'arc a21.

[0041] Puis à une deuxième passe récursive d'étapes montrée par des arcs en trait plein à la figure 4C, le dispositif DET utilise l'information dynamique mesurée sur l'arc a10 pour estimer des informations de trafic dynamiques sur les arcs a100 et a101 adjacents en aval à l'arc a10, et utilise l'information dynamique mesurée sur l'arc a12 pour estimer une information de trafic dynamique sur l'arc a120 adjacent en amont à l'arc a12.

[0042] Des passes d'étapes du procédé de l'invention peuvent être répétées pour des arcs suivants en aval et en amont dans le graphe G1 sur la base respectivement des informations de trafic antérieurement estimées pour les arcs a100, a101 et a120, et ainsi de suite.

[0043] Le dispositif DET estime l'information de trafic dynamique à affecter à un arc a1 (nu, nv) en appliquant un modèle heuristique basée sur les règles précédentes.

[0044] Le modèle heuristique repose en particulier sur un coefficient de congestion C défini à la fois pour les arcs et sur les noeuds.

[0045] Pour un arc a , le coefficient de congestion $C(a)$ exprime le rapport du temps de parcours mesuré τ_a sur le temps de parcours de référence statique σ_a . Le temps mesuré τ_a est toujours égal au temps de référence σ_a , c'est-à-dire le coefficient de congestion initial est toujours égal à 1, pour un arc a ne disposant pas de temps mesuré ce qui signifie a priori que cet arc ne présente aucune congestion de trafic. Initialement un tel arc n'appartient pas au sous-graphe $G2$ et appartient au graphe $G1$.

[0046] Le coefficient de congestion $C(a)$ est ainsi au moins égal à 1 et défini par :

$$C(a) = \max\{\tau_a/\sigma_a, 1\} \quad (1)$$

[0047] Pour un noeud n , le coefficient de congestion $C(n)$ synthétise l'information de congestion portée par les arcs adjacents entrants et sortants du noeud n . Un arc dit arc entrant a son extrémité orientée reliée au noeud n et correspondant à un tronçon routier dont les véhicules entrent dans l'intersection correspondant au noeud n . Un arc dit arc sortant a son origine reliée au noeud n et correspond à un tronçon routier dont les véhicules sortent de l'intersection correspondant au noeud n . Le coefficient de congestion $C(n)$ est une moyenne des coefficients de congestion des arcs adjacents entrants et sortants du noeud n , pondérée par l'importance relative de ces arcs adjacents entre eux. Cette importance relative peut être évaluée grâce à des attributs connus du réseau, tels que les nombres de voie de circulation λ_a des tronçons routiers correspondant aux arcs adjacents entrants et sortants du noeud. Le coefficient de congestion initial est toujours égal à 1 pour un noeud du graphe $G1$ adjacent à aucun arc ne disposant d'un temps mesuré, c'est-à-dire adjacent à un ou plusieurs arcs ayant des coefficients de congestion initial égal à 1, ce qui signifie a priori que ce noeud ne présente aucune de congestion de trafic.

[0048] Le coefficient de congestion $C(n)$ est ainsi défini par relation (2) suivante :

$$C(n) = \frac{\sum_{a \in (\delta^+(u) \cup \delta^-(u)) \cap A(t)} \lambda_a C(a)}{\sum_{a \in (\delta^+(u) \cup \delta^-(u)) \cap A(t)} \lambda_a},$$

où $\delta(u)$ et $\delta^+(u)$ désignent l'ensemble des arcs adjacents entrants a du noeud n et l'ensemble des arcs adjacents sortants a du noeud n , et $A(t)$ l'ensemble des arcs du graphe $G1$ dont les informations de trafic ont déjà été mesurées et estimées selon l'invention à un instant t .

[0049] Les coefficients de congestion $C(a)$ et $C(n)$ sont déterminés en tant qu'informations de trafic estimées nécessaires pour propager de l'information de trafic à travers le graphe $G1$. Le procédé de l'invention propage l'information de trafic en modifiant les coefficients de congestion des arcs du graphe $G1$ non renseignés initialement par une information de trafic dynamique dépendant des coefficients des arcs renseignés adjacents, en passant par les noeuds comme intermédiaires. Une fois les nouveaux coefficients de congestion calculés, le temps de parcours de chacun des arcs adjacents à renseigner est actualisé au moyen d'une relation entre le temps de parcours de référence et le coefficient de congestion de l'arc et dépendant du produit de ces derniers.

[0050] Le procédé de l'invention réalise ces opérations de façon récursive pour propager l'information de trafic estimée de proche en proche à travers le graphe $G1$, en utilisant à chaque passe récursive d'étapes les arcs dernièrement renseignés, comme ensemble de départ, le premier ensemble de départ étant le sous-graphe $G2$.

[0051] Pendant cette propagation, le procédé de l'invention considère l'atténuation de la pertinence p de l'information de trafic. A mesure que les arcs venant d'être renseignés sont éloignés en temps et en distance des arcs $a2$ renseignés par des mesures de trafic réelles, la pertinence de l'information de trafic estimée à partir de ces mesures décroît. L'invention limite l'itération des étapes récursives à un voisinage autour des arcs $a2$ renseignés par des mesures, sans l'étendre de manière irréaliste à l'ensemble du graphe $G1$ représentant entièrement le réseau routier RR sur la base du peu d'arcs réellement renseignés du sous-graphe $G2$.

[0052] En se référant à la figure 5, le procédé d'estimation de trafic routier conforme à l'invention est fondé sur les définitions et règles précédentes et comprend des étapes $E1$ à $E9$ dont un ensemble d'étapes itératives $E2$ à $E6$ sont répétées un certain nombre de fois en fonction d'un critère d'arrêt CA défini plus loin. Cet ensemble d'étapes $E2$ à $E6$ est exécuté à chaque actualisation des informations de trafic mesurées des arcs $a2$ du sous-graphe $G2$. La répétition des étapes $E2$ à $E6$ propage l'information de trafic dynamique dans le graphe $G1$.

[0053] A une étape initiale $E1$ précédant les étapes itératives $E2$ à $E6$, le dispositif d'estimation de trafic routier DET mémorise les informations de trafic dynamiques mesurées par les équipements de mesure de trafic EMT sur les tronçons

du réseau routier RR correspondant aux arcs a2 du sous-graphe G2 et par conséquent les temps de parcours mesurés τ_{a2} des arcs a2. L'unité centrale UC initialise des variables comme un indice i, un ensemble d'arcs A_i et un ensemble de noeuds N_i et un ensemble intermédiaire d'arcs A_i^* .

[0054] L'indice i est mis à zéro et indique le nombre de répétitions des étapes itératives E2 à E6 et donc la profondeur de la propagation d'information de trafic dans le graphe G1 pour une actualisation des informations de trafic.

[0055] L'ensemble A2 des arcs a2 du sous-graphe G2 est considéré comme l'ensemble initial $A_i \equiv A_0 \equiv A2$ d'arcs possédant chacun une information dynamique qui vient d'être actualisée par mesure dans le réseau routier RR. Cet ensemble A_i est ensuite considéré dans les prochaines étapes comme comprenant des arcs dont les informations dynamiques viennent d'être estimées à la passe i des étapes E1 à E6.

[0056] L'ensemble N2 des noeuds du sous-graphe G2 est d'abord considéré comme l'ensemble $N_i \equiv N_0$ de noeuds situés chacun à l'extrémité d'au moins un arc a2 du sous-graphe G2 et ayant une information dynamique qui peut être déduite directement de l'information de trafic mesurée pour au moins cet arc a2. L'ensemble N_i est ensuite considéré dans les prochaines étapes comme comprenant des noeuds situés aux extrémités des arcs de l'ensemble d'arcs A_i et dont les informations dynamiques ont été estimées aux i passes des étapes E2 à E6, soit :

$$N_i = \{nu \mid a(nu, nv) \in A_i \vee a(nv, nu) \in A_i\} \quad (3)$$

[0057] L'ensemble intermédiaire d'arcs A_i^* comprend des arcs qui obtiendront une information dynamique à la fin de la passe i des étapes E2 à E6. Initialement à l'étape E0, l'ensemble A_0^* est vide.

[0058] A l'étape E2, le module de détermination d'information de trafic DT détermine selon la relation (1) le coefficient de congestion $C(a_i)$ de chaque arc a_i appartenant à l'ensemble d'arcs A_i et dont le temps de parcours τ_{a_i} a été déterminé à la passe précédente i-1 et est lu dans une file d'attente de la base de données BD. A l'étape E3, le module DT détermine selon la relation (2) le coefficient de congestion $C(n_i)$ de chaque noeud n_i appartenant à l'ensemble d'arcs N_i en fonction des coefficients de congestion des arcs déterminés à l'étape E2.

[0059] L'étape E4 est décomposée en des sous-étapes E41 à E45. Le module de propagation de trafic PT estime le coefficient de congestion $C(a_{i+1}^*(nu, nv))$ de chaque arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ appartenant à l'ensemble d'arcs A_i^* dont l'une ou l'autre extrémité, orientée ou non, appartient à l'ensemble de noeuds N_i dont les coefficients de congestion viennent d'être déterminés à l'étape E3, de la manière suivante :

$$C(a_{i+1}^*(nu, nv)) = C(nu)$$

à la sous-étape E42 si $nv \notin N_i$ à la sous-étapes E41, c'est-à-dire si l'autre extrémité, l'origine nu, de l'arc a_{i+1}^* adjacent en aval à un arc dont l'information de trafic a été mesurée ou estimée, est un noeud dont le coefficient de congestion $C(nu)$ a déjà été déterminé à l'étape E3, comme par exemple l'arc a10 adjacent en aval de l'arc a20 à la figure 4B, ou les arcs a100 et a101 adjacents en aval de l'arc a10 à la figure 4C; ou

$$C(a_{i+1}^*(nu, nv)) = C(nv)$$

à la sous-étape E44 si $nu \notin N_i$ à la sous-étape E43, c'est-à-dire si l'autre extrémité, l'extrémité orientée nv, de l'arc a_{i+1}^* adjacent en amont à un arc dont l'information de trafic a été mesurée ou estimée, est un noeud dont le coefficient de congestion $C(nv)$ a déjà été déterminé à l'étape E3, comme par exemple l'arc a12 adjacent en amont de l'arc a20 à la figure 4B, ou l'arc a120 adjacent en amont de l'arc a12 à la figure 4C; ou

$$C(a_{i+1}^*(nu, nv)) = w_b C(nu) + w_f C(nv),$$

avec $w_b \leq 1$, $w_f \leq 1$ et $w_b + w_f = 1$, à la sous-étape E45, si $nv \in N_i$ et $nu \in N_i$ aux sous-étapes E41 et E43, c'est-à-dire si les extrémités nu et nv de l'arc a_i^* sont des noeuds dont les coefficients de congestion $C(nu)$ et $C(nv)$ ont été déjà déterminés à l'étape E3, comme par exemple l'arc a11 adjacent en aval de l'arc a20 et adjacent en amont de l'arc a21 à la figure 4B.

[0060] Les paramètres w_b et w_f dans la relation linéaire précédente sont des constantes qui permettent de régler

l'importance relative de l'information de trafic selon son sens de propagation, respectivement depuis l'amont ou l'arrière ("backward" en anglais) vers l'origine nu de l'arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ et vers l'aval ou l'avant ("forward" en anglais) depuis l'extrémité orientée nv de l'arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ relativement au sens de circulation. Par exemple le paramètre w_b, w_f dépend du nombre de voie de circulation sur l'arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ par rapport au nombre total des voies de circulation des arcs entrants et sortants au noeud respectif nu, nv.

[0061] A l'étape E5, le module de propagation de trafic PT estime le temps de parcours mesuré $\tau_{a_{i+1}^*}$ de l'arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ en fonction du coefficient de congestion $C(a_{i+1}^*(nu, nv))$ estimé à l'étape E4 et du temps de référence $\sigma_{a_{i+1}^*}$ de l'arc a_{i+1}^* lu dans la base de données BD, selon la relation suivante :

$$\tau_{a_{i+1}^*} = p^i \sigma_{a_{i+1}^*} C(a_{i+1}^*) + (1 - p^i) \sigma_{a_{i+1}^*},$$

avec $0 \leq p \leq 1$.

[0062] Le paramètre p^i est représentatif de l'atténuation de la pertinence de l'information de trafic propagée. Le temps de parcours dynamique déterminé pour chaque arc a_{i+1}^* dépend à la fois de l'information de trafic propagée $C(a_{i+1}^*)$ et l'information statique $\sigma_{a_{i+1}^*}$ présente sur l'arc. Plus l'indice i est grand, plus l'invention diminue le paramètre p^i . En effet, plus des tronçons routiers sont éloignés des tronçons des axes routiers dynamiquement renseignés correspondant aux arcs du sous-graphe G2, plus l'information dynamique à propager G1 vers des arcs non renseignés dans le graphe perd de sa pertinence et doit décroître. L'invention fait décroître le poids de l'information de trafic estimée par rapport à celui de l'information de trafic statique jusqu'à arrêter complètement la propagation de l'information au bout d'un certain nombre d'itérations en dépendance d'un critère d'arrêt CA. De ce fait, des arcs a1 du graphe G1 en nombre limité sont renseignés par une information de trafic estimée selon l'invention dépendant d'une information de trafic mesurée, ce qui confère un ensemble d'arcs renseignés beaucoup plus important que celui des seuls arcs a2 disposant d'une information de trafic mesurée réellement par les équipements EMT. Ainsi la part de l'information de trafic propagée est de plus en plus faible, en harmonie avec la diminution de sa pertinence.

[0063] A l'étape E6, le module de propagation de trafic PT constitue l'ensemble d'arcs A_{i+1} en réunissant l'ensemble d'arcs A_i constitué à la fin de la passe précédente i et l'ensemble intermédiaire A_{i+1}^* des arcs a_{i+1}^* pour lesquels l'information de trafic $C(a_{i+1}^*)$, $\tau_{a_{i+1}^*}$, a été déterminée à l'étape E4, E5, soit :

$$A_{i+1} \equiv A_i \cup A_{i+1}^*.$$

[0064] Le module PT constitue également l'ensemble N_{i+1} de noeuds reliés chacun à au moins une extrémité d'un arc a_{i+1}^* dont l'information de trafic $\tau_{a_{i+1}^*}$ vient d'être estimée, soit selon la relation (3) :

$$N_{i+1} = \{nu \mid a(nu, nv) \in A_{i+1} \vee a(nv, nu) \in A_{i+1}\}.$$

[0065] Les coefficients de congestion estimés $C(a_{i+1}^*(nu, nv))$ et les temps de parcours estimés $\tau_{a_{i+1}^*}$ de chaque arc $a_{i+1}^*(nu, nv)$ en tant qu'informations de trafic estimées des arcs nouvellement actualisés $a_{i+1}^*(nu, nv)$ sont mémorisés respectivement en association avec les identificateurs de ces arcs dans une liste d'arcs dans la file d'attente de la base de données BD.

[0066] Les étapes E2 à E6 sont ensuite répétées récursivement selon le procédé d'estimation heuristique de l'invention, comme indiqué à l'étape E7, en prenant comme arcs de début à l'étape E8 d'une itération suivante $i \equiv i+1$ les arcs $a_{i+1} \equiv a_{i+1}^*$ de l'ensemble A_{i+1} nouvellement actualisé lu dans la file d'attente de la base de données BD. L'itération suivante estime les informations de trafic $C(a_{i+2}^*)$, $\tau_{a_{i+2}^*}$ d'un autre ensemble A_{i+2}^* d'arcs du graphe G1 n'appartenant pas au sous-graphe G2, ni à l'ensemble d'arcs A_{i+1} nouvellement actualisé, et ayant chacun une extrémité reliée à un noeud nouvellement actualisé. Par exemple en référence à la figure 4C, les informations de trafic des arcs a100 et a101 sont estimées en fonction au moins de l'information de trafic du noeud commun à l'arc a10 estimée au cours de la première itération, et l'information de trafic de l'arc a120 est estimée en fonction de l'information de trafic du noeud le reliant à l'arc a12.

[0067] Ceci revient à chaque itération des étapes E2 à E6 à enrichir l'ensemble d'arcs A_i incluant initialement le sous-graphe G2 avec les arcs a_i^* dont les informations de trafic sont nouvellement estimées et actualisées.

[0068] La répétition des étapes itératives E2 à E6 dans le dispositif DET est arrêtée lorsqu'un critère d'arrêt CA est satisfait afin d'assurer que la propagation ne s'étend pas à tout le graphe G1 du réseau routier entier RR et la pertinence

de l'information dynamique à propager dans le graphe G1 décroît.

[0069] Le critère d'arrêt CA peut être de différentes natures, en fonction de contraintes et objectifs imposés au dispositif d'estimation de trafic routier DET. Le critère d'arrêt est par exemple l'un des critères suivants CA1, CA2 et CA3, ou une combinaison d'au moins deux de ces critères.

[0070] Le premier critère CA1 est basé sur un temps d'exécution prédéterminé maximum des itérations des étapes E2 à E6, toujours inférieur à la période de mesure et d'actualisation des informations de trafic transmises par les équipements EMT et dont dépendent les variables τ_{a2} . Le temps d'exécution maximum est ainsi choisi en fonction de contraintes de performance du dispositif DET telles que le temps de propagation, c'est-à-dire en fonction de la durée d'une passe des étapes E2 à E6 par rapport à la fréquence de mesure et d'actualisation des informations de trafic dynamiques du sous-graphe G2.

[0071] Le deuxième critère CA2 est basé sur un nombre d'itérations des étapes E1 à E6 fixé empiriquement. Le nombre d'itérations caractérise la profondeur des voisinages utilisés, c'est-à-dire l'étendue de l'influence des arcs dynamiques $a2$ sur les arcs $a1$ voisins à information de trafic initialement statiques dans le graphe G1.

[0072] Le troisième critère CA3 est basé, pour un arc donné, sur la différence absolue $|\tau - \sigma|$ entre le temps de parcours dynamique courant estimé τ et le temps de parcours statique de référence σ . Si la différence absolue $|\tau - \sigma|$ est inférieure à un paramètre de tolérance prédéterminé ε , c'est-à-dire si l'information de trafic estimée τ avoisine une constante prédéterminée à un paramètre de tolérance ε près, le module de propagation de trafic PT arrête la propagation à cet arc puisque l'apport de l'information dynamique τ pour des arcs statiques voisins suivants $a1$ devient négligeable par rapport à l'information statique σ .

[0073] Lorsque le critère d'arrêt CA est satisfait à l'étape E7, les étapes récursives E1 à E8 sont à nouveau réitérées à la période de transmission des informations de trafic actualisées mesurées par les équipements EMT, comme indiqué en E9 dans la figure 5, pour des déterminations et corrections d'itinéraires dans le réseau routier RR en temps réel.

[0074] L'invention décrite ici concerne un procédé et un dispositif d'estimation de trafic de réseau routier. Selon une implémentation, les étapes du procédé de l'invention sont déterminées par les instructions d'un programme d'ordinateur incorporé dans un dispositif informatique tel que le dispositif d'estimation de trafic DET. Le programme comporte des instructions de programme qui, lorsque ledit programme est exécuté dans un processeur du dispositif dont le fonctionnement est alors commandé par l'exécution du programme, réalisent les étapes du procédé selon l'invention.

[0075] En conséquence, l'invention s'applique également à un programme d'ordinateur, notamment un programme d'ordinateur enregistré sur ou dans un support d'informations lisible par un ordinateur et tout dispositif de traitement de données, adapté à mettre en oeuvre l'invention. Ce programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable pour implémenter le procédé selon l'invention.

[0076] Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage ou support d'enregistrement sur lequel est enregistré le programme d'ordinateur selon l'invention, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore une clé USB, ou un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette (floppy disc) ou un disque dur.

Revendications

1. Procédé pour estimer le trafic dans un réseau routier (RR) représenté par un graphe (G1) d'arcs ($a1$) correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection ($n1$), le graphe comprenant un ensemble d'arcs ($G2, A_i$) correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds ($N2, N_i$) aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs, **caractérisé en ce qu'il** comprend une détermination (E2) d'un coefficient de congestion pour chaque arc de l'ensemble d'arcs ($G2, A_i$) proportionnel au rapport d'une information de trafic mesurée de l'arc sur une information de trafic statique dudit chaque arc dudit ensemble d'arcs, une détermination (E3) d'un coefficient de congestion pour chaque noeud dudit ensemble de noeuds ($N2, N_i$) sensiblement égal à une moyenne de coefficients de congestion d'arcs ayant une extrémité reliée audit chaque noeud et appartenant audit ensemble d'arcs, et pour chaque arc ($a^*_{i+1}(nu, nv)$) du graphe (G1) n'appartenant pas audit ensemble d'arcs ($G2, A_i$) et ayant au moins une extrémité reliée à un noeud ($nu; nv$) de l'ensemble de noeuds ($N2, N_i$), une estimation (E4) d'un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe, et une estimation (E5) d'une information de trafic ($\tau^*_{a^*_{i+1}}$) dudit chaque arc du graphe dépendant du coefficient de congestion estimé ($C(a^*_{i+1})$) et d'une information de trafic statique ($\sigma_{a^*_{i+1}}$) dudit chaque arc du graphe.

2. Procédé conforme à la revendication 1, selon lequel selon lequel le coefficient de congestion dudit chaque arc (a^*_{i+1})

(nu, nv) du graphe est égal (E42, E44) au coefficient de congestion du noeud $(nu; nv)$ de l'ensemble de noeuds $(N2, N_i)$ relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe si l'autre extrémité dudit chaque arc du graphe est reliée à un noeud n'appartenant pas à l'ensemble de noeuds $(N2, N_i)$.

- 5 3. Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, selon lequel le coefficient de congestion dudit chaque arc $(a^{*i+1}(nu, nv))$ du graphe dépend d'une relation linéaire (E45) des coefficients de congestion de deux noeuds (nu, nv) de l'ensemble de noeuds $(N2, N_i)$ reliés respectivement aux extrémités dudit chaque arc du graphe si lesdits deux noeuds appartiennent à l'ensemble de noeuds $(N2, N_i)$.
- 10 4. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, pour chaque arc, l'information de trafic mesurée, respectivement estimée, est un temps de parcours mesuré, respectivement estimé, de l'arc et l'information de trafic statique est un temps de parcours statique de l'arc.
- 15 5. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, selon lequel l'information de trafic $(\tau_{a^{*i+1}})$ dudit chaque arc $(a^{*i+1}(nu, nv))$ du graphe (G1) est estimée en fonction d'une relation linéaire du produit du coefficient de congestion estimé et de l'information de trafic statique dudit chaque arc du graphe.
- 20 6. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, selon lequel la moyenne de coefficients de congestion d'arcs adjacents audit noeud est pondérée par une importance relative des arcs adjacents audit noeud.
- 25 7. Procédé conforme à la revendication 6, selon lequel l'importance relative d'un arc adjacent audit noeud est évaluée en fonction du nombre de voie de circulation suivant le sens de l'arc adjacent sur le tronçon correspondant du réseau routier.
- 30 8. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant au moins une itération (E7, E8) des déterminations (E2, E3) et estimations (E4, E5) en prenant les arcs $(a^{*i+1}(nu, nv))$ du graphe (G1) dont les informations de trafic viennent d'être estimées en tant qu'arcs dudit ensemble d'arcs (A_i) et les noeuds reliés chacun à une extrémité d'un arc $(a^{*i+1}(nu, nv))$ du graphe (G1) dont l'information de trafic vient d'être estimée en tant que noeuds dudit ensemble de noeuds (N_i) .
- 35 9. Procédé conforme à la revendication 8, selon lequel des itérations (E7) des déterminations et estimations sont arrêtées lorsqu'un temps prédéterminé d'exécution des itérations inférieur à une période de mesure des informations de trafic est atteint.
- 40 10. Procédé conforme à la revendication 8 ou 9, selon lequel le nombre d'itérations ((E7) des déterminations et estimations) est limité à la profondeur de voisinages des noeuds de l'ensemble d'arcs (G2).
11. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 8 à 10, selon lequel des itérations (E7) des déterminations et estimations sont arrêtées pour un arc donné lorsque l'information de trafic estimée avoisine une constante prédéterminée à un paramètre de tolérance près.
- 45 12. Dispositif (DET) pour estimer le trafic dans un réseau routier (RR) représenté par un graphe (G1) d'arcs $(a1)$ correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection $(n1)$, le graphe comprenant un ensemble d'arcs $(G2, A_i)$ correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds $(N2, N_i)$ aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs, **caractérisé en ce qu'il comprend :**

un moyen (DT) pour déterminer un coefficient de congestion pour chaque arc dudit ensemble d'arcs $(G2, A_i)$ proportionnel au rapport d'une information de trafic mesurée de l'arc sur une information de trafic statique dudit chaque arc dudit ensemble d'arcs, un moyen (DT) pour déterminer un coefficient de congestion pour chaque noeud dudit ensemble de noeuds $(N2, N_i)$ sensiblement égal à une moyenne de coefficients de congestion d'arcs ayant une extrémité reliée audit chaque noeud et appartenant audit ensemble d'arcs, et pour chaque arc $(a^{*i+1}(nu, nv))$ du graphe (G1) n'appartenant pas audit ensemble d'arcs $(G2, A_i)$ et ayant au moins une extrémité reliée à un noeud $(nu; nv)$ de l'ensemble de noeuds $(N2, N_i)$, un moyen (PT) pour estimer un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe, et un moyen (PT) pour estimer une information de trafic $(\tau_{a^{*i+1}})$ dudit chaque arc du graphe dépendant du coefficient de congestion estimé $(C(a^{*i+1}))$ et d'une information de trafic statique $(\sigma_{a^{*i+1}})$ dudit chaque arc du graphe.

13. Programme d'ordinateur apte à être mis en oeuvre dans un dispositif informatique (DET) et destiné à estimer le trafic dans un réseau routier (RR) représenté par un graphe (G1) d'arcs (a1) correspondant à des tronçons du réseau routier et bornés par des noeuds d'intersection (n1), le graphe comprenant un ensemble d'arcs (G2, A_i) correspondant à des tronçons du réseau routier dont une information de trafic est mesurée et un ensemble de noeuds (N2, N_i) aux extrémités des arcs dudit ensemble d'arcs, ledit programme étant **caractérisé en ce qu'il** comprend des instructions qui, lorsque le programme est exécuté dans ledit dispositif, réalisent
- une détermination (E2) d'un coefficient de congestion pour chaque arc dudit ensemble d'arcs (G2, A_i) proportionnel au rapport d'une information de trafic mesurée de l'arc sur une information de trafic statique dudit chaque arc dudit ensemble d'arcs, une détermination (E3) d'un coefficient de congestion pour chaque noeud dudit ensemble de noeuds (N2, N_i) sensiblement égal à une moyenne de coefficients de congestion d'arcs ayant une extrémité reliée audit chaque noeud et appartenant audit ensemble d'arcs, et
- pour chaque arc (a^{*}_{i+1}(nu, nv)) du graphe (G1) n'appartenant pas audit ensemble d'arcs (G2, A_i) et ayant au moins une extrémité reliée à un noeud (nu; nv) de l'ensemble de noeuds (N2, N_i), une estimation (E4) d'un coefficient de congestion en fonction du coefficient de congestion du noeud relié à une extrémité dudit chaque arc du graphe, et une estimation (E5) d'une information de trafic ($\tau_a^*_{i+1}$) dudit chaque arc du graphe dépendant du coefficient de congestion estimé (C(a^{*}_{i+1})) et d'une information de trafic statique ($\sigma_a^*_{i+1}$) dudit chaque arc du graphe.

FIG. 1

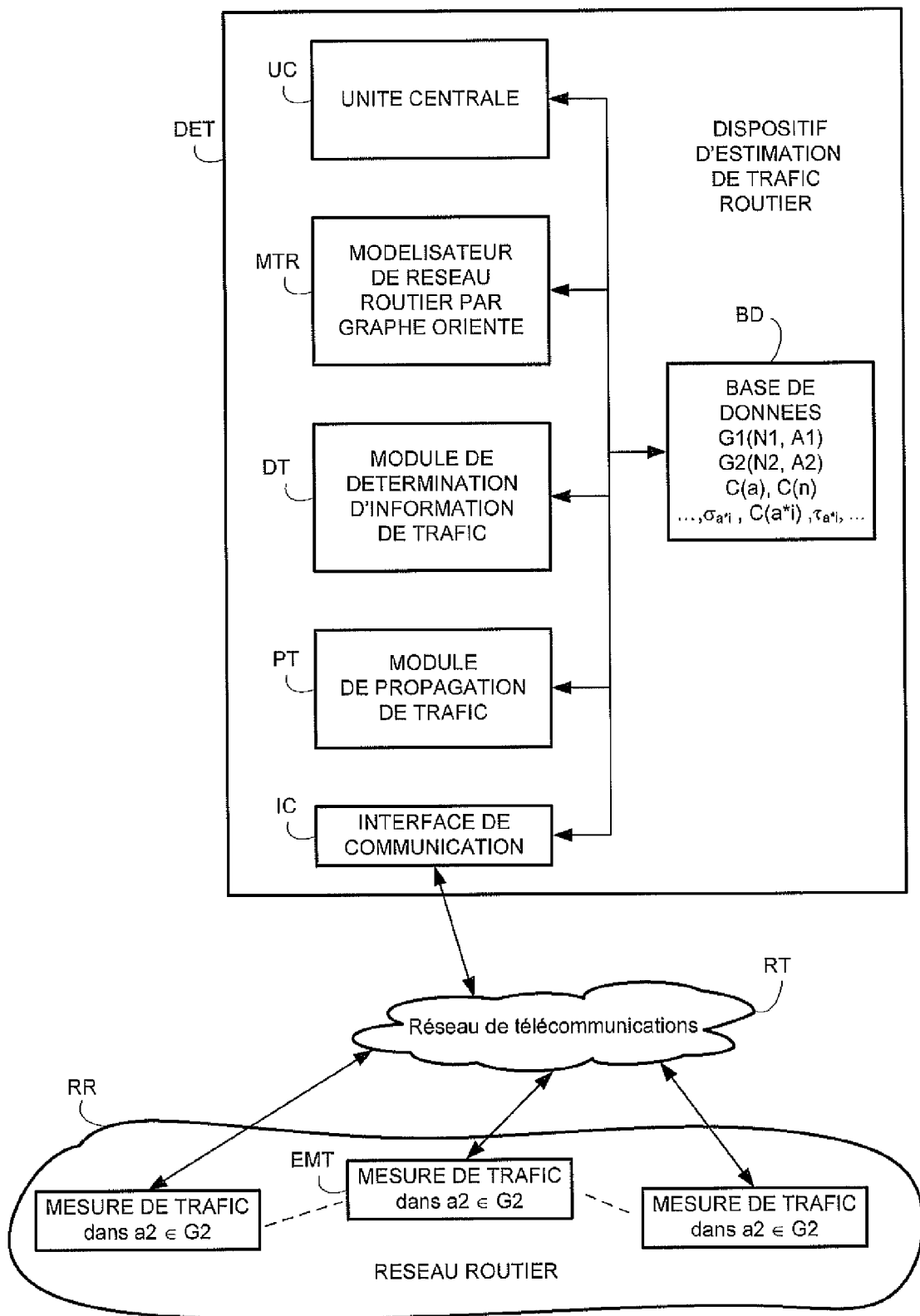


FIG. 2

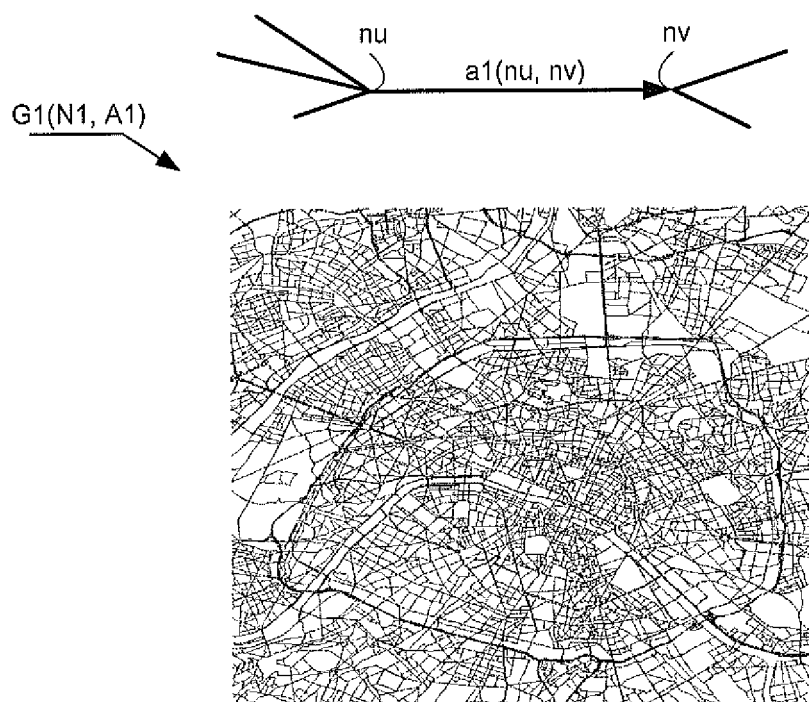


FIG. 3

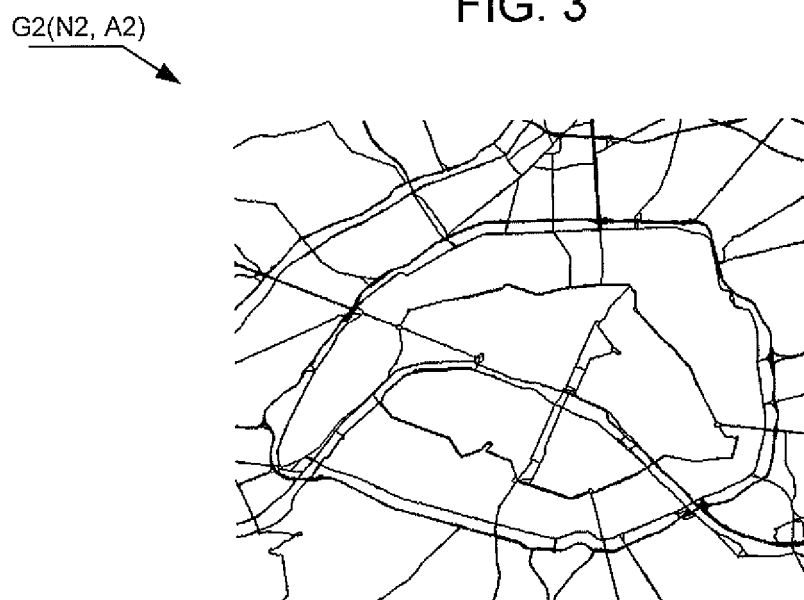


FIG. 4A

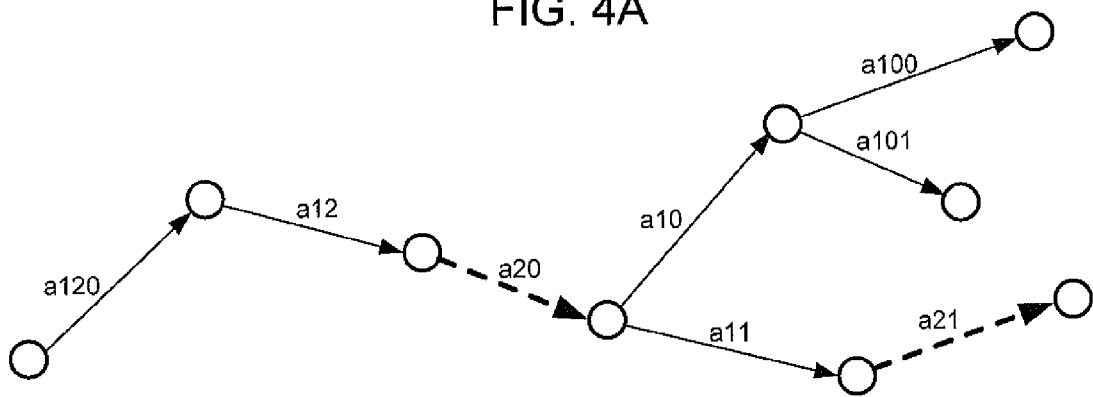


FIG. 4B

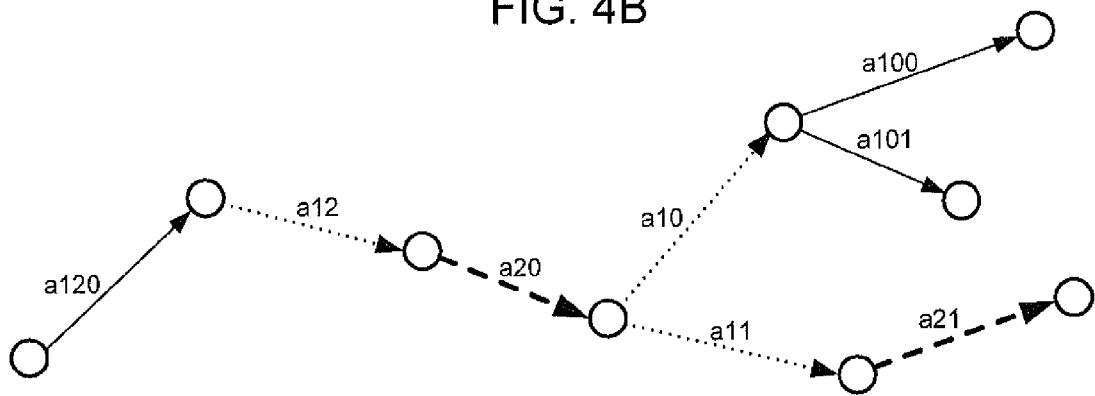


FIG. 4C

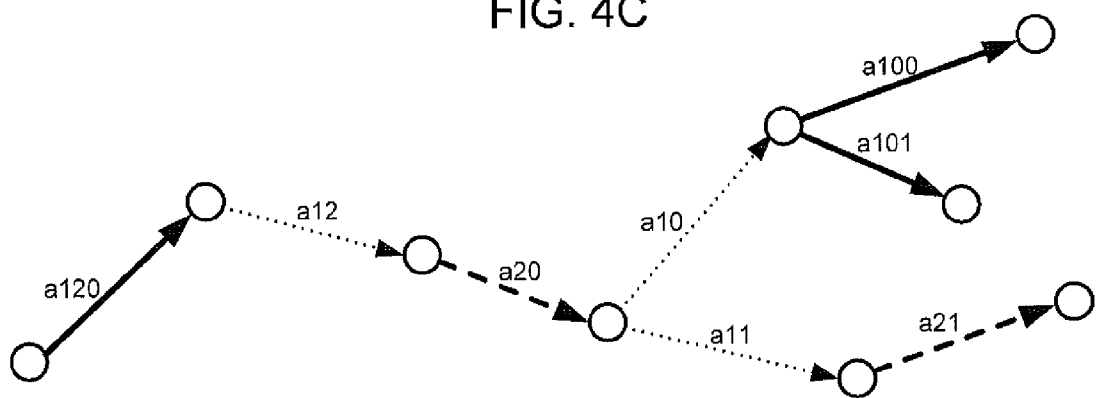
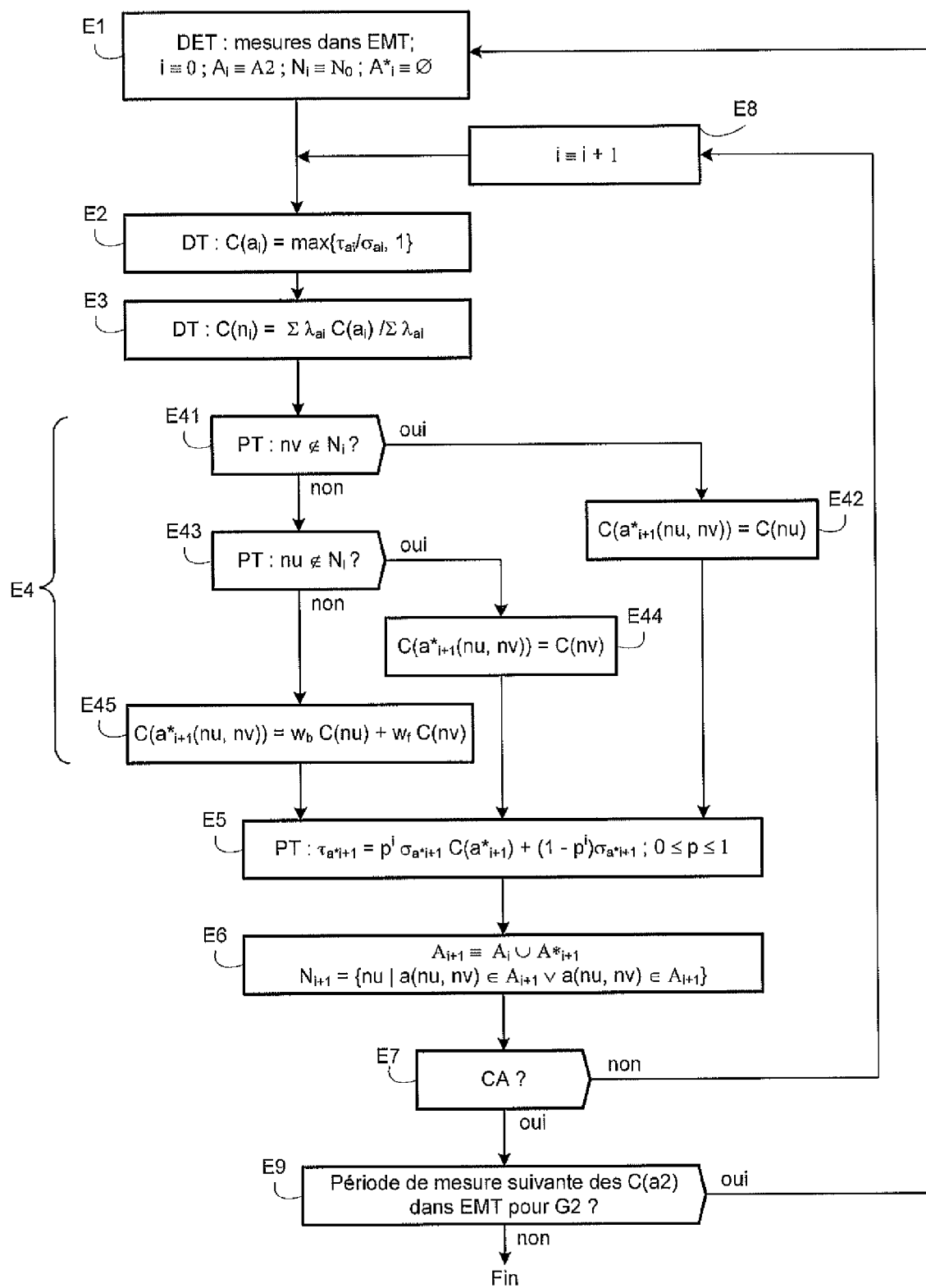


FIG. 5





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 10 4580

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	WO 02/11099 A (SIEMENS AG [DE]; SOLLACHER RUDOLF [DE]; STUTZ CHRISTIANE [DE]) 7 février 2002 (2002-02-07) * page 8, ligne 12 - ligne 14 * * page 3, ligne 15 - page 4, ligne 20 * -----	1-13	INV. G08G1/01
Y	JP 2004 318621 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 11 novembre 2004 (2004-11-11) * abrégé * * alinéas [0008], [0016], [0038], [0039] * -----	1-13	
A	CAO J ET AL: "Time-Varying Network Tomography: Router Link Data" BELL LABS TECHNICAL MEMO, 29 février 2000 (2000-02-29), pages 1-31, XP002182667 -----	1-13	
A	DE 10 2004 015880 A1 (ZANAVY INFORMATICS KK [JP]) 11 novembre 2004 (2004-11-11) * alinéas [0058] - [0061]; figures 15,24 * -----	1-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	DE 198 58 477 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 juillet 2000 (2000-07-06) -----		G08G
A	DE 10 2004 042302 A1 (OESTERREICHISCHES FORSCHUNGS U [AT]) 24 mars 2005 (2005-03-24) -----		
6 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 28 octobre 2008	Examineur Créchet, Patrick
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 08 10 4580

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.

28-10-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0211099 A	07-02-2002	DE 10037240 A1	14-03-2002
JP 2004318621 A	11-11-2004	JP 3832448 B2	11-10-2006
DE 102004015880 A1	11-11-2004	CN 1550756 A	01-12-2004
		JP 2004317160 A	11-11-2004
		KR 20040089555 A	21-10-2004
		KR 20060106788 A	12-10-2006
		US 2004249568 A1	09-12-2004
DE 19858477 A1	06-07-2000	AUCUN	
DE 102004042302 A1	24-03-2005	AT 500123 A1	15-10-2005

EPO FORM P0460

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