

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 893 206

21) N° d'enregistrement national : 05 11267

51) Int Cl⁸ : H 04 L 12/28 (2006.01), H 04 L 12/56

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 04.11.05.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.05.07 Bulletin 07/19.

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

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société anonyme — FR.

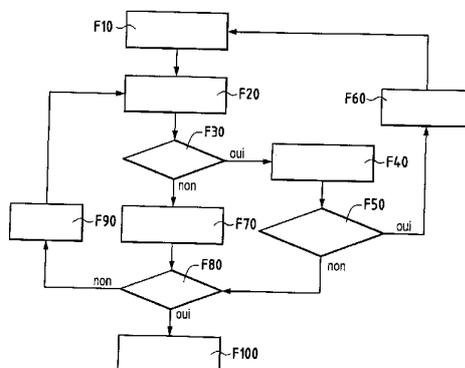
72) Inventeur(s) : GALTIER JEROME.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE RESOLUTION DE CONTENTION DANS UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION SANS FIL.

57) Ce procédé de résolution de contention est apte à être mis en oeuvre dans une station ayant un paquet de données à émettre dans un réseau de télécommunication sans fil, ce paquet étant émis (F100) à l'issue d'un nombre maximal prédéterminé de tours de sélection avant ladite émission, ledit procédé comportant, à chacun desdits tours (k), une étape (F20) de tirage d'une valeur d'une variable aléatoire binaire (r(k)) représentative d'une autorisation ou d'une interdiction d'émettre ledit paquet au cours dudit tour (k). La probabilité (p_w) que ladite variable aléatoire binaire (r(k)) prenne une valeur prédéterminée est ajustée en prenant en compte des autorisations et des interdictions d'émettre ledit paquet obtenus par ladite station au cours des tours (1, ..., k-1) de sélection précédents.



FR 2 893 206 - A1



5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention concerne le domaine des réseaux de télécommunication sans fil, en particulier des réseaux locaux sans fil ou WLAN (de l'anglais "Wireless Local Access Network") conformes à la famille de normes IEEE 802.11.

10 De tels réseaux sont également nommés réseaux Wi-Fi. Ils sont utilisés pour mettre en réseau, dans de nombreuses applications, des stations (par exemple des ordinateurs, des assistants personnels et des périphériques).

La norme 802.11 définit dans le document "IEEE 802.11a-1999, IEEE 802.11b-1999, IEEE-802.11d-2001, Part 11 : wireless LAN medium
15 access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications" un procédé de régulation du trafic dans le réseau sans fil. Ce procédé utilise un système de fenêtres de congestion (Congestion Window "CW") pour réguler ce trafic. Selon cette norme, pour déterminer l'instant où émettre
20 un paquet de données, une station tire un nombre aléatoire au hasard entre 0 et CW-1, la valeur CW étant un entier compris entre deux valeurs CW_{\min} et CW_{\max} spécifiées par la norme 802.11.

Cette valeur CW sert de compteur à rebours pour l'émission du paquet, ce compteur étant différé si la station constate qu'une autre
25 station est en train d'émettre. Malheureusement, ce système à fenêtres de congestion génère un nombre important de collisions sur le réseau sans fil, ce qui se traduit, du point de vue de l'utilisateur, par une perte importante de bande passante.

Le document "Abichar et M. Chang CONTI Constant Time
30 Contention Resolution for WLAN Access" IFIP Networking 2005, ci-après [CONTI] propose un procédé de résolution de contention en temps constant qui utilise une série de tests très courts successifs pour sélectionner la station qui va émettre.

Selon le procédé CONTI, l'élimination des stations désirant
35 émettre est accomplie grâce à l'utilisation d'une variable booléenne appelée "try-bit". Plus précisément, chaque station choisit cette variable

aléatoirement et émet un signal sur le réseau si cette valeur aléatoire est égale à 1 ou écoute le réseau dans le cas contraire. Une station se retire du réseau, c'est-à-dire décide de ne pas émettre son paquet de données au cours d'une série de tours de sélection, si la valeur binaire est égale à 0
5 et qu'elle détecte un signal émis par les autres stations.

Bien que plus performante que la méthode de congestion définie par la norme 802.11, la méthode de résolution de contention proposée par CONTI génère encore un nombre de collisions important dans l'accès au réseau sans fil, de l'ordre de 5%.

10 Cet inconvénient est dû au fait que la loi de probabilités utilisée pour le tirage de la variable aléatoire try-bit n'est pas optimisée.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention vise donc à réduire considérablement les collisions expérimentées par le procédé CONTI, dans une proportion de l'ordre de 15 à 20% en améliorant la loi de probabilités utilisée pour le tirage de la valeur aléatoire binaire précitée.
15

Plus précisément, l'invention concerne un procédé de résolution de contention apte à être mis en œuvre dans une station ayant un paquet de données à émettre dans un réseau de télécommunication sans fil, dans lequel le paquet est émis à l'issue d'un nombre maximal prédéterminé de tours de sélection avant l'émission.
20

Ce procédé comporte, à chacun des tours de sélection, une étape de tirage d'une valeur d'une variable aléatoire binaire représentative d'une autorisation ou d'une interdiction d'émettre le paquet au cours de ce tour.
25

Conformément à l'invention, la probabilité p_w que ladite variable aléatoire binaire prenne une valeur prédéterminée est ajustée en prenant compte des autorisations et des interdictions d'émettre le paquet obtenues par la station au cours des tours de sélection précédents.
30

En pratique, ce procédé de résolution est mis en œuvre simultanément par une pluralité de stations désireuses d'émettre un paquet dans le réseau. Conformément à l'invention, les probabilités précitées sont ajustées par une méthode d'optimisation mathématique prenant en compte le nombre de ces stations, ce qui permet
35 avantageusement de diminuer considérablement le nombre de collisions

sur le réseau de télécommunication sans fil par rapport aux procédés de résolution de contention connus de l'art antérieur.

Dans un mode de réalisation, ces probabilités p_w sont obtenues selon la formule suivante :

$$p_w = \frac{z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)-1} - z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)}}{z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} - z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)}}$$

5

où :

- w représente un mot binaire ($r(1), \dots, r(k-1)$) de valeur numérique binaire $\#(w)$ et dans lequel la valeur binaire d'un rang (i) est égale à ladite valeur de la variable aléatoire binaire ($r(i)$) tirée au tour (i) de sélection correspondant à ce rang, $l(w)$ étant la longueur du mot w ;

10

les valeurs z_i étant choisies telles que :

- $z_0 = 0$; $z_m = 1$; $0 < z_i < z_{i+1} < 1$, pour $1 \leq i \leq m-2$, où $m = 2^{k_{\max}}$, k_{\max} étant ledit nombre de tours de sélection, et telles qu'il existe une fonction h , dite « fonction de densités », positive et normée entre 0 et 1 et telle que :

15

$$\int_{z_i}^{z_{i+1}} h(t) dt = \frac{1}{m} \int_0^1 h(t) dt$$

Cette méthode permet d'obtenir un nombre de collisions fortement réduit par rapport à la méthode CONTI de l'art antérieur, comme illustré ultérieurement en référence à la figure 7.

20

Dans un mode de réalisation, le procédé de résolution selon l'invention comporte une étape de définition d'un scénario consistant à fixer les probabilités avec lesquelles un nombre de stations souhaitent émettre un paquet au cours d'un même tour de sélection, ces stations étant dites « éligibles » et la valeur de la fonction de densités au voisinage de 1 est d'autant plus grande que ces probabilités sont non négligeables pour des valeurs importantes de ce nombre.

25

Dans un mode de réalisation, on définit une fonction f caractéristique de la distribution du nombre des stations éligibles et on définit la fonction h de densité précitée de sorte qu'elle croît avec l'inflexion de cette fonction caractéristique.

30

La **figure 1** qui représente la dérivée f' de la fonction caractéristique f dans l'intervalle $[0, 1]$ permet de justifier ce choix. On

peut en effet démontrer que le taux de collision correspond à l'aire grisée définie entre la représentation graphique de la courbe de f' et son approximation par une intégrale de Riemann.

- 5 En conséquence, chercher à minimiser le taux de collisions revient à minimiser cette aire, à savoir déterminer, pour un nombre de paliers de Riemann déterminé, la position de ces paliers de Riemann (à savoir les z_i) qui définissent la meilleure approximation de f' .

- 10 Du fait de l'allure de la représentation de la fonction f' , il est donc préférable de choisir des points z_i de l'intervalle $[0, 1]$ concentrés dans le voisinage de 1. Ce qui revient exactement à choisir une fonction h croissante avec l'inflexion de la fonction caractéristique f , en respectant la contrainte de normalisation suivante :

$$\int_0^1 h(t) dt = 1$$

- 15 On peut définir la fonction de densité h par escaliers à partir des z_i de la façon suivante :

$$h(x) = \frac{1}{m(z_{i+1} - z_i)}, \text{ pour } z_i \leq x < z_{i+1}$$

Dans ces conditions, minimiser le taux de collision revient à minimiser l'intégrale entre 0 et 1 de la fonction qui à x , associe $f''(x)/h(x)$, où f'' représente la dérivée seconde de la fonction caractéristique f .

- 20 Préférentiellement, la fonction h de densité est définie par

$$h(x) = \sqrt{f''(x)} * \frac{1}{\int_0^1 \sqrt{f''(t)} dt},$$

cette fonction étant celle qui minimiserait l'intégrale précitée si h était une fonction continue et non pas définie en escaliers.

- 25 Dans un mode de réalisation, pour obtenir les valeurs z_j :
- on définit une fonction H de la façon suivante :

$$\begin{cases} H(0) = 0 \\ H(i+1) = H(i) + h\left(\frac{i+1/2}{M}\right) \end{cases}, \text{ où } M \text{ est un nombre très supérieur à } m$$

et on définit z_j pour, $0 \leq j \leq m$ par

$$\begin{cases} z_0 = 0 \\ z_j = \frac{1}{M} \min \left\{ i / \frac{H(i)}{H(M-1)} \geq \frac{j}{m} \right\} \\ z_m = 1 \end{cases}$$

Ce choix de valeurs z_i permet d'approcher au maximum la fonction h en escalier définie précédemment.

5 Dans un mode de réalisation, au cours de l'étape de définition de scénario, on fixe les probabilités k_n avec lesquelles un nombre n de stations souhaitent émettre un paquet au cours d'un même tour de sélection de la façon suivante :

$$k_n = 1/S \quad \text{pour } 1 \leq n \leq S ; \text{ et}$$

$$k_n = 0 \quad \text{pour } n > S, \text{ où } S \text{ est le nombre prévu de stations dans}$$

10 le réseau.

Cette caractéristique permet avantageusement de dimensionner le procédé de résolution de contention pour un nombre de stations données.

Le nombre S sera par exemple choisi égal à 100.

15 Dans un mode de réalisation, les différentes étapes du procédé de résolution de contention sont déterminées par des instructions de programmes d'ordinateurs.

20 En conséquence, l'invention vise aussi un programme d'ordinateur sur un support d'informations, ce programme étant susceptible d'être mis en œuvre dans une station ou plus généralement dans un ordinateur, ce programme comportant des instructions adaptées à la mise en œuvre des étapes d'un procédé de résolution tel que décrit ci-dessus.

25 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.

30 L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un ordinateur, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.

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, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen
5 d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette (floppy disc) ou un disque dur.

D'autre part, le support d'informations peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres
10 moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en
15 question.

Corrélativement, l'invention concerne un dispositif de résolution de contention pouvant être incorporé dans une station ayant un paquet de données à émettre dans un réseau de télécommunication sans fil. Ce dispositif comporte :

- 20 - des moyens d'émission dudit paquet à l'issue d'un nombre maximal prédéterminé de tours de sélection avant l'émission ; et
- des moyens adaptés à tirer, à chacun des tours de sélection, une valeur d'une variable aléatoire binaire représentative d'une autorisation ou d'une interdiction d'émettre ledit paquet au cours de ce tour.

25 Conformément à l'invention, la probabilité p_w que ladite variable aléatoire binaire prenne une valeur prédéterminée est ajustée en prenant compte des autorisations et des interdictions d'émettre le paquet obtenues par la station au cours des tours de sélection précédents.

Ces probabilités p_w sont mémorisées dans une table accessible
30 par dispositif selon l'invention, et préalablement obtenues par la formule suivante :

$$p_w = \frac{Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} + 2^{k \max-l(w)-1} - Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} + 2^{k \max-l(w)}}{Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} - Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} + 2^{k \max-l(w)}}$$

où :

- w représente un mot binaire ($r(1), \dots, r(k-1)$) de valeur numérique binaire $\#(w)$ et dans lequel la valeur binaire d'un rang (i) est égale à ladite valeur de la variable aléatoire binaire ($r(i)$) tirée au tour (i) de sélection correspondant à ce rang ;

5 les valeurs z_i étant choisies telles que :

- $z_0 = 0$; $z_m = 1$; $0 < z_i < z_{i+1} < 1$, pour $1 \leq i \leq m-2$, où $m = 2^{k_{\max}}$, k_{\max} étant ledit nombre de tours de sélection, et telles qu'il existe une fonction h, dite « fonction de densités », positive et normée entre 0 et 1 et telle que :

$$10 \quad \int_{z_i}^{z_{i+1}} h(t) dt = \frac{1}{m} \int_0^1 h(t) dt$$

Les avantages et caractéristiques additionnels du dispositif de résolution selon l'invention sont similaires à celles du procédé de résolution mentionné ci-dessus et ne seront par rappelés ici.

15 Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

20 - la figure 1, déjà décrite, représente la dérivée de la fonction caractéristique f dans l'intervalle [0, 1] ;

- la figure 2 représente un réseau de télécommunication sans fil avec des stations conformes à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;

25 - la figure 3 représente un dispositif de résolution de contention conforme à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;

- la figure 4 représente, sous forme d'organigramme, les principales étapes d'un procédé permettant d'obtenir une table de probabilités conformément à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;

30 - la figure 5 représente, sous forme d'organigramme, les principales étapes d'un procédé de résolution de contention conforme à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;

35 - la figure 6, représente un arbre de probabilités obtenus par un procédé de résolution de contention conforme à l'invention ; et

- la figure 7 permet de comparer le taux de collisions obtenu par le procédé de résolution selon l'invention avec celui obtenu par le procédé CONTI de l'art antérieur.

La **figure 2** représente un réseau 1 de télécommunication sans fil dans lequel évoluent des stations 10, 10', 10" conformes à l'invention.

Chacune de ces stations 10 comporte un dispositif de résolution de contention conforme à l'invention et qui va maintenant être décrit en référence à la **figure 3**.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, le dispositif 100 de résolution de contention comporte un processeur 110, une mémoire vive 120, une mémoire morte de type ROM 130, des moyens 140 pour émettre et recevoir des paquets et des signaux dans le réseau de télécommunication sans fil 1 et une table de probabilités 150.

Ces différents éléments sont reliés entre eux par un système de bus non référencé.

Les moyens 140 pour envoyer et recevoir des paquets de données et des signaux sur le réseau de télécommunication sans fil 1 sont, dans l'exemple décrit ici, constitués par une carte conforme à la famille de normes IEEE 802.11.

Nous allons maintenant décrire en référence à la **figure 4** un procédé pour obtenir la table de probabilités 150.

Au cours d'une première étape E10, on définit un scénario consistant à fixer les probabilités k_n avec lesquelles un nombre n de stations souhaitent émettre un paquet au cours d'un même tour de sélection.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, ces probabilités k_n sont définies de la façon suivante :

$$k_n = 1/S \text{ pour } 1 \leq n \leq S ; \text{ et}$$

$$k_n = 0 \text{ pour } n > S, \text{ où } S \text{ est le nombre prévu de stations dans}$$

le réseau.

Le nombre S peut par exemple être choisi égal à 100.

Au cours d'une étape E20, on définit une fonction h appelée fonction de densité positive et croissante entre 0 et 1.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, cette fonction de densité h est définie par $h(x) = \sqrt{f''(x)}$, où f'' représente la dérivée

seconde d'une fonction caractéristique f de la distribution du nombre des stations éligibles précitées.

Cette fonction f peut être choisie de la forme :

$$f(x) = \sum_{n \geq 1} k_n x^n .$$

- 5 Puis, au cours d'une étape E30, on calcule un arbre de probabilités de la façon suivante :

Tout d'abord, on définit une fonction H de la façon suivante :

$$\begin{cases} H(0) = 0 \\ H(i+1) = H(i) + h\left(\frac{i+1/2}{M}\right) \end{cases}, \text{ où } M \text{ est un nombre très supérieur à } m$$

- 10 et on définit z_j pour, $0 \leq j \leq m$ par

$$\begin{cases} z_0 = 0 \\ z_j = \frac{1}{M} \min \left\{ i / \frac{H(i)}{H(M-1)} \geq \frac{j}{m} \right\} \\ z_m = 1 \end{cases}$$

Il est possible de vérifier que la suite des z_i ainsi définie est telle que

$$\int_{z_i}^{z_{i+1}} h(t) dt = \frac{1}{m} \int_0^1 h(t) dt .$$

- 15 Puis, on calcule les probabilités p_w selon la formule suivante :

$$p_w = \frac{Z_{\#(w)2^{k \max-l(w)+2^{k \max-l(w)-1}} - Z_{\#(w)2^{k \max-l(w)+2^{k \max-l(w)}}}{Z_{\#(w)2^{k \max-l(w)}} - Z_{\#(w)2^{k \max-l(w)+2^{k \max-l(w)}}}}$$

où :

- 20 - w est un mot dans l'alphabet $\{0,1\}$ dans lequel un « 1 » au rang i , respectivement un « 0 » au rang i , est représentatif du fait que ladite station a émis, respectivement pas émis, ledit signal au tour de sélection i ;
- $\#(w)$ représente la valeur numérique représentée par w ; et
- 25 - $l(w)$ représente la longueur du mot w .

Le Tableau 1 ci-dessous représente les probabilités obtenues conformément à ce mode de réalisation de l'invention.

p	0.08	p₁₁₁₁	0.49	p₀₀₀₀	0.42	p₁₀₀₀₁	0.48	p₀₀₀₁₀	0.47
p₁	0.34	p₁₁₁₀	0.48	p₁₁₁₁₁	0.49	p₁₀₀₀₀	0.48	p₀₀₀₀₁	0.46
p₀	0.17	p₁₁₀₁	0.49	p₁₁₁₁₀	0.49	p₀₁₁₁₁	0.48	p₀₀₀₀₀	0.46
p₁₁	0.44	p₁₁₀₀	0.48	p₁₁₁₀₁	0.49	p₀₁₁₁₀	0.48		
p₁₀	0.40	p₁₀₁₁	0.48	p₁₁₁₀₀	0.50	p₀₁₁₀₁	0.48		
p₀₁	0.34	p₁₀₁₀	0.48	p₁₁₀₁₁	0.49	p₀₁₁₀₀	0.48		
p₀₀	0.28	p₁₀₀₁	0.47	p₁₁₀₁₀	0.49	p₀₁₀₁₁	0.48		
p₁₁₁	0.47	p₁₀₀₀	0.47	p₁₁₀₀₁	0.49	p₀₁₀₁₀	0.48		
p₁₁₀	0.47	p₀₁₁₁	0.46	p₁₁₀₀₀	0.49	p₀₁₀₀₁	0.48		
p₁₀₁	0.46	p₀₁₁₀	0.46	p₁₀₁₁₁	0.49	p₀₁₀₀₀	0.48		
p₁₀₀	0.44	p₀₁₀₁	0.46	p₁₀₁₁₀	0.49	p₀₀₁₁₁	0.48		
p₀₁₁	0.43	p₀₁₀₀	0.46	p₁₀₁₀₁	0.49	p₀₀₁₁₀	0.48		
p₀₁₀	0.42	p₀₀₁₁	0.46	p₁₀₁₀₀	0.49	p₀₀₁₀₁	0.48		
p₀₀₁	0.41	p₀₀₁₀	0.45	p₁₀₀₁₁	0.49	p₀₀₁₀₀	0.47		
p₀₀₀	0.36	p₀₀₀₁	0.44	p₁₀₀₁₀	0.49	p₀₀₀₁₁	0.47		

Tableau 1

- 5 Ce tableau est représenté, pour les 3 premiers tours de sélection, sous forme d'arbre à la **figure 6**. Ce tableau doit être lu de la façon suivante :
- la première probabilité p représente la probabilité qu'une station émette au premier tour de sélection ; cette probabilité est la même
 - 10 pour toutes les stations ;
 - la probabilité p_1 représente la probabilité de tirage de la valeur « 1 » pour la variable aléatoire binaire $r(k)$ au deuxième tour de sélection, sachant qu'une valeur « 1 » a été tirée au premier tour de sélection ;
 - la probabilité p_0 représente la probabilité de tirage de la valeur
 - 15 « 1 » pour la variable aléatoire binaire $r(k)$ au deuxième tour de sélection, sachant qu'une valeur « 0 » a été tirée au premier tour de sélection ; et
 - la probabilité p_w représente la probabilité de tirage de la valeur « 1 » pour la variable aléatoire binaire $r(k)$ au $k^{\text{ième}}$ tour de sélection, sachant que les valeurs $r(1)r(2)r(k-1)$, définissant l'indice w , ont été tirées
 - 20 au(x) tour(s) de sélection précédents.

Ce tableau 1 est mémorisé dans la table 150 du dispositif 100 de résolution de contention conforme à l'invention.

Nous allons maintenant décrire en référence à la **figure 5** les principales étapes d'un procédé de résolution de contention conforme à l'invention. Nous supposons que ce procédé est mis en œuvre par la station 10, cette station souhaitant émettre un paquet de données dans le réseau 1.

Au cours d'une première étape F10, on initialise une variable k à 1, cette variable représentant le tour de sélection en cours.

10 Cette étape F10 d'initialisation est suivie par une étape F20 de tirage d'une valeur d'une variable aléatoire binaire $r(k)$.

Conformément à l'invention, la probabilité pour que cette valeur variable aléatoire binaire $r(k)$ prenne, au tour k , la valeur prédéterminée « 1 » est égale à la probabilité $p[r(1),r(2),\dots,r(k-1)]$ lue dans la table 150.

15 Cette étape F20 de tirage d'une valeur de variable aléatoire est suivie par une étape F30 au cours de laquelle on vérifie si la valeur binaire $r(k)$ tirée est égale à 0.

Si tel est le cas, ce test F30 est suivi par une étape F40 au cours de laquelle la station 10 écoute le réseau de télécommunication sans fil pour déterminer si une autre station 10', 10'' a émis un signal représentatif du fait que cette autre station 10', 10'' désire émettre un paquet de données.

20 Si ce signal est détecté (résultat du test F50 positif), le procédé de résolution de contention se termine, au cours d'une étape F60, sans que la station 10 ait émis son paquet de données. Au cours de cette étape F60, la station 10 attend la fin des tours de sélection et l'émission d'un paquet par une autre station 10', 10'' avant de retourner à l'étape F10 d'initialisation déjà décrite.

25 En revanche, si le signal n'est pas détecté (résultat du test F50 négatif), ce test est suivi par un test F80 au cours duquel on détermine si le tour k est le dernier tour de sélection, ce qui revient à vérifier si la variable k est égale à k_{\max} .

30 Si tel est le cas, la station 100 émet son paquet de données au cours d'une étape F100.

En revanche, si k est strictement inférieur à k_{\max} , le résultat du test F80 est négatif. Ce test est alors suivi par une étape F90 au cours de laquelle on incrémente la variable k d'une unité.

5 Cette étape F90 d'incrémentement est suivie par l'étape F20 de tirage d'une valeur d'une variable aléatoire binaire $r(k)$, déjà décrite, pour le tour de sélection suivant.

10 Si au cours du test F30, il est déterminé que la valeur binaire tirée est égale à la valeur prédéterminée 1, ce test F30 est suivi par une étape F70 d'émission d'un signal représentatif du fait que la station 100 désire émettre un paquet de données sur le réseau.

Cette étape F70 d'émission d'un signal est suivie par le test F80 déjà décrit au cours duquel on vérifie si le tour de sélection courant k est le dernier tour de sélection.

15 Si tel est le cas, ce test F80 est suivi par l'étape F100 d'émission du paquet de données par la station 10.

En revanche, si tel n'est pas le cas, ce test F80 est suivi par l'étape F90 d'incrémentement déjà décrite.

20 A titre d'exemple, nous donnons au tableau 2, en utilisant les notations de l'invention, les probabilités d'émettre un paquet de données selon la méthode CONTI de l'art antérieur.

P	0.07	p₁₁₁₁	0.4	p₀₀₀₀	0.4	p₁₀₀₀₁	0.5	p₀₀₀₁₀	0.5
p₁	0.2	p₁₁₁₀	0.4	p₁₁₁₁₁	0.5	p₁₀₀₀₀	0.5	p₀₀₀₀₁	0.5
p₀	0.2	p₁₁₀₁	0.4	p₁₁₁₁₀	0.5	p₀₁₁₁₁	0.5	p₀₀₀₀₀	0.5
p₁₁	0.25	p₁₁₀₀	0.4	p₁₁₁₀₁	0.5	p₀₁₁₁₀	0.5		
p₁₀	0.25	p₁₀₁₁	0.4	p₁₁₁₀₀	0.5	p₀₁₁₀₁	0.5		
p₀₁	0.25	p₁₀₁₀	0.4	p₁₁₀₁₁	0.5	p₀₁₁₀₀	0.5		
p₀₀	0.25	p₁₀₀₁	0.4	p₁₁₀₁₀	0.5	p₀₁₀₁₁	0.5		
p₁₁₁	0.33	p₁₀₀₀	0.4	p₁₁₀₀₁	0.5	p₀₁₀₁₀	0.5		
p₁₁₀	0.33	p₀₁₁₁	0.4	p₁₁₀₀₀	0.5	p₀₁₀₀₁	0.5		
p₁₀₁	0.33	p₀₁₁₀	0.4	p₁₀₁₁₁	0.5	p₀₁₀₀₀	0.5		
p₁₀₀	0.33	p₀₁₀₁	0.4	p₁₀₁₁₀	0.5	p₀₀₁₁₁	0.5		
p₀₁₁	0.33	p₀₁₀₀	0.4	p₁₀₁₀₁	0.5	p₀₀₁₁₀	0.5		
p₀₁₀	0.33	p₀₀₁₁	0.4	p₁₀₁₀₀	0.5	p₀₀₁₀₁	0.5		
p₀₀₁	0.33	p₀₀₁₀	0.4	p₁₀₀₁₁	0.5	p₀₀₁₀₀	0.5		
p₀₀₀	0.33	p₀₀₀₁	0.4	p₁₀₀₁₀	0.5	p₀₀₀₁₁	0.5		

Tableau 2

Au premier tour de sélection, on utilise la probabilité p , au deuxième tour la probabilité $p[r(1)]$, puis au troisième tour $p[r(1), r(2)]$ et ainsi de suite. On comprend donc qu'à chaque tour de sélection l'indice de la probabilité utilisée contient autant de caractères qu'il s'est écoulé de
5 tours. On remarque dans le tableau que selon [CONTI], et contrairement à l'invention, les probabilités pour un tour de sélection donné (c'est-à-dire pour deux indices qui ont le même nombre de caractères) sont identiques, et donc indépendantes de la station et des valeurs tirées pour cette station lors des tours de sélection précédents.

10 La **figure 7** permet de comparer le taux de collisions obtenu par le procédé de résolution selon l'invention avec celui obtenu par le procédé CONTI de l'art antérieur, en fonction du nombre de stations.

On remarque que le taux de collision obtenu par la méthode de
15 résolution selon l'invention (3.5%-5.1%) est inférieur à celui obtenu par la méthode CONTI (4,37%-6,37%).

Les procédé et dispositif de résolution de contention selon l'invention permettent donc de diminuer le taux de collisions sur le réseau de télécommunication sans fil.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de résolution de contention apte à être mis en
 5 œuvre dans une station ayant un paquet de données à émettre dans un
 réseau de télécommunication sans fil, dans lequel ledit paquet est émis
 (F100) à l'issue d'un nombre maximal (kmax) prédéterminé de tours de
 sélection avant ladite émission, ledit procédé comportant, à chacun
 10 desdits tours (k), une étape (F20) de tirage d'une valeur d'une variable
 aléatoire binaire (r(k)) représentative d'une autorisation ou d'une
 interdiction d'émettre ledit paquet au cours dudit tour (k), ce procédé
 étant caractérisé en ce que la probabilité (p_w) que ladite valeur variable
 aléatoire binaire (r(k)) prenne une valeur prédéterminée est ajustée en
 15 prenant compte des autorisations et des interdictions d'émettre ledit
 paquet obtenues par ladite station au cours des tours (1, ..., k-1) de
 sélection précédents.

2. Procédé de résolution de contention selon la revendication 1,
 20 caractérisé en ce que ladite probabilité (p_w) est obtenue selon la formule
 suivante :

$$p_w = \frac{Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)-1} - Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)}}{Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)} - Z_{\#(w)} 2^{k \max-l(w)+2^k \max-l(w)}}$$

où :

- w représente un mot binaire (r(1), ..., r(k-1)) de valeur numérique
 25 binaire #(w) et dans lequel la valeur binaire d'un rang (i) est égale
 à ladite valeur de la variable aléatoire binaire (r(i)) tirée au tour (i)
 de sélection correspondant à ce rang, l(w) étant la longueur du mot
 w ;

les valeurs z_i étant choisies telles que :

30 - z₀ = 0 ; z_m = 1 ; 0 < z_i < z_{i+1} < 1, pour 1 ≤ i ≤ m-2, où m = 2^{kmax}, kmax
 étant ledit nombre de tours de sélection, et telles qu'il existe une
 fonction h, dite « fonction de densités », positive et normée entre 0
 et 1 et telle que :

$$\int_{z_i}^{z_{i+1}} h(t) dt = \frac{1}{m} \int_0^1 h(t) dt$$

3. Procédé de résolution selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce qu'il comporte une étape (E10) de définition d'un scénario consistant à fixer les probabilités (k_n) avec lesquelles un nombre (n) de stations souhaitent émettre un paquet au cours d'un même tour de sélection, lesdites stations étant dites « éligibles » et en ce que la valeur de ladite fonction (h) de densités dépend desdites probabilités (k_n).

4. Procédé de résolution selon la revendication 3, caractérisé en ce que la valeur de ladite fonction (h) de densités au voisinage de 1 est d'autant plus grande que lesdites probabilités (k_n) sont non négligeables pour des valeurs importantes dudit nombre (n).

5. Procédé de résolution selon la revendication 4, caractérisé en ce que :

- on définit une fonction (f) caractéristique de la distribution du nombre desdites stations éligibles ;
- on définit ladite fonction (h) de densités de sorte qu'elle croît avec l'inflexion de ladite fonction caractéristique (f).

6. Procédé de résolution selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite fonction (h) de densités, est définie par :

$$h(x) = \sqrt{f''(x)} * \frac{1}{\int_0^1 \sqrt{f''(t)} dt}, \text{ où } f'' \text{ représente la dérivée seconde de ladite}$$

fonction caractéristique (f).

7. Procédé de résolution selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que, au cours de ladite étape (E10) de définition de scénario, on fixe lesdites probabilités (k_n) avec lesquelles un nombre (n) de stations souhaitent émettre un paquet au cours d'un même tour de sélection de la façon suivante :

$$k_n = 1/S \quad \text{pour } 1 \leq n \leq S ; \text{ et}$$

$k_n=0$ pour $n>S$, où S est le nombre prévu de stations dans ledit réseau.

8. Procédé de résolution selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, pour obtenir lesdites valeurs z_j :

- on définit une fonction H de la façon suivante :

$$\begin{cases} H(0) = 0 \\ H(i+1) = H(i) + h \left(\frac{i+1/2}{M} \right) \end{cases}, \text{ où } M \text{ est un nombre très supérieur à } m$$

10 et on définit z_j pour, $0 \leq j \leq m$ par

$$\begin{cases} z_0 = 0 \\ z_j = \frac{1}{M} \min \left\{ i / \frac{H(i)}{H(M-1)} \geq \frac{j}{m} \right\} \\ z_m = 1 \end{cases}$$

9. Procédé de résolution selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte, à chacun desdits tours (k) de sélection :

15 - si ladite valeur binaire tirée ($r(k)$) est égale à une première valeur prédéterminée (1) représentative d'une autorisation à émettre, une étape (F70) d'émission d'un signal représentatif du fait que ladite station désire émettre un paquet de données ; ou

20 - si ladite valeur binaire tirée ($r(k)$) est égale à une seconde valeur prédéterminée (0) représentative d'une interdiction d'émettre, par une étape (F40) d'écoute dudit réseau, pour déterminer si une autre station (10', 10'') a émis ledit signal, et le cas échéant par une étape (F60) d'abandon dudit procédé de résolution sans effectuer ladite émission de

25 paquet.

10. Dispositif de résolution de contention pouvant être incorporé dans une station (10) ayant un paquet de données à émettre dans un réseau de télécommunication sans fil, ledit dispositif comportant :

- des moyens (140) d'émission dudit paquet à l'issue d'un nombre maximal (k_{max}) prédéterminé de tours de sélection avant ladite émission ;
 - des moyens (110) adaptés à tirer, à chacun desdits tours (k), une valeur d'une variable aléatoire binaire ($r(k)$) représentative d'une autorisation ou d'une interdiction d'émettre ledit paquet au cours dudit tour (k) ;
- 5 ledit dispositif (100) étant caractérisé en ce que la probabilité (p_w) que ladite variable aléatoire binaire ($r(k)$) prenne une valeur prédéterminée est ajustée en prenant compte des autorisations et des interdictions d'émettre
- 10 ledit paquet obtenues par ladite station au cours des tours (1, ..., $k-1$) de sélection précédents, ces probabilités (p_w) étant mémorisées dans une table (150) accessible par ledit dispositif.

11. Station (10, 10', 10'') comportant un dispositif (100) de
15 résolution selon la revendication 10.

12. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour
l'exécution des étapes du procédé de résolution selon l'une quelconque
des revendications 1 à 9 lorsque ledit programme est exécuté par un
20 ordinateur.

13. Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel
est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions
pour l'exécution des étapes du procédé de résolution selon l'une
25 quelconque des revendications 1 à 9.

1/5

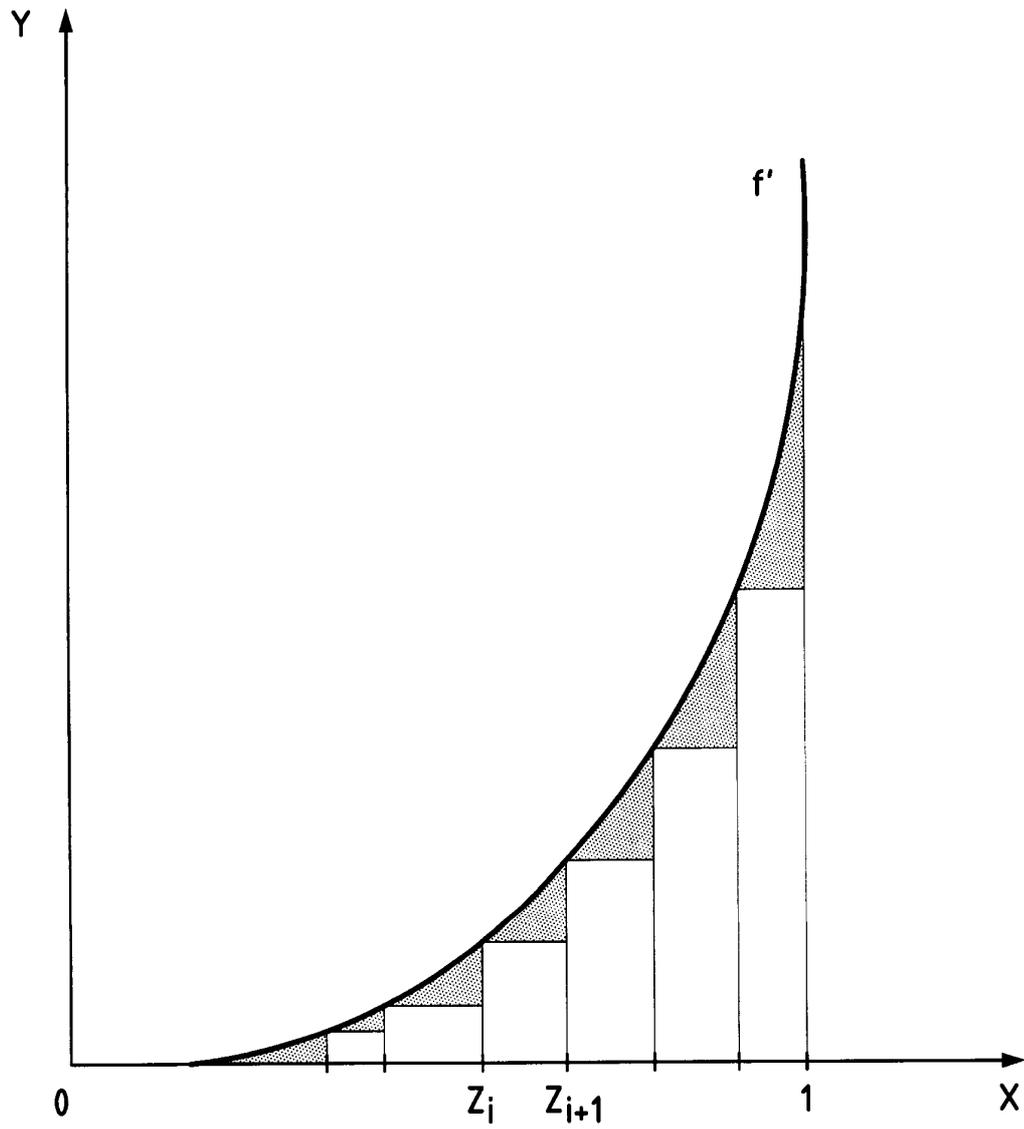


FIG.1

2/5

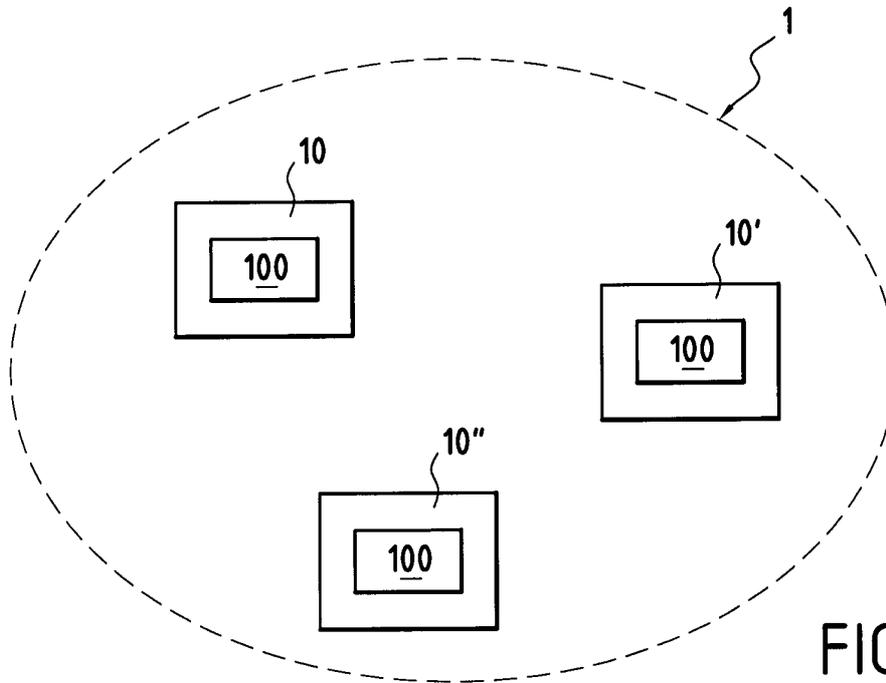


FIG. 2

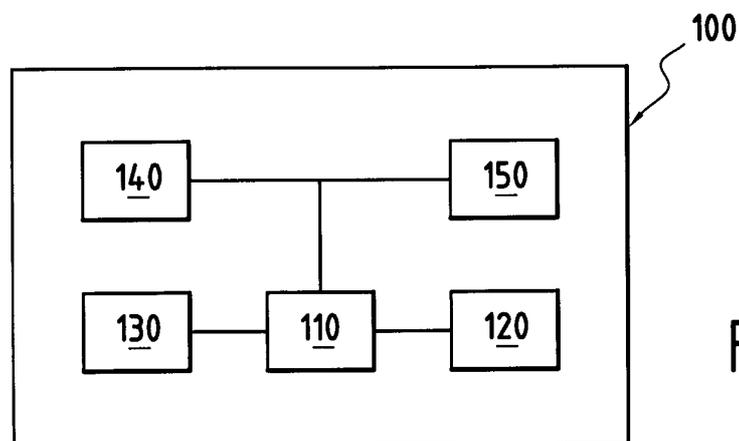


FIG. 3

3/5

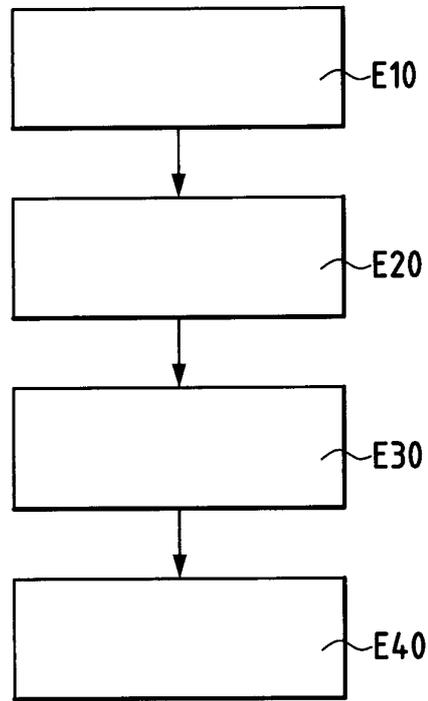


FIG.4

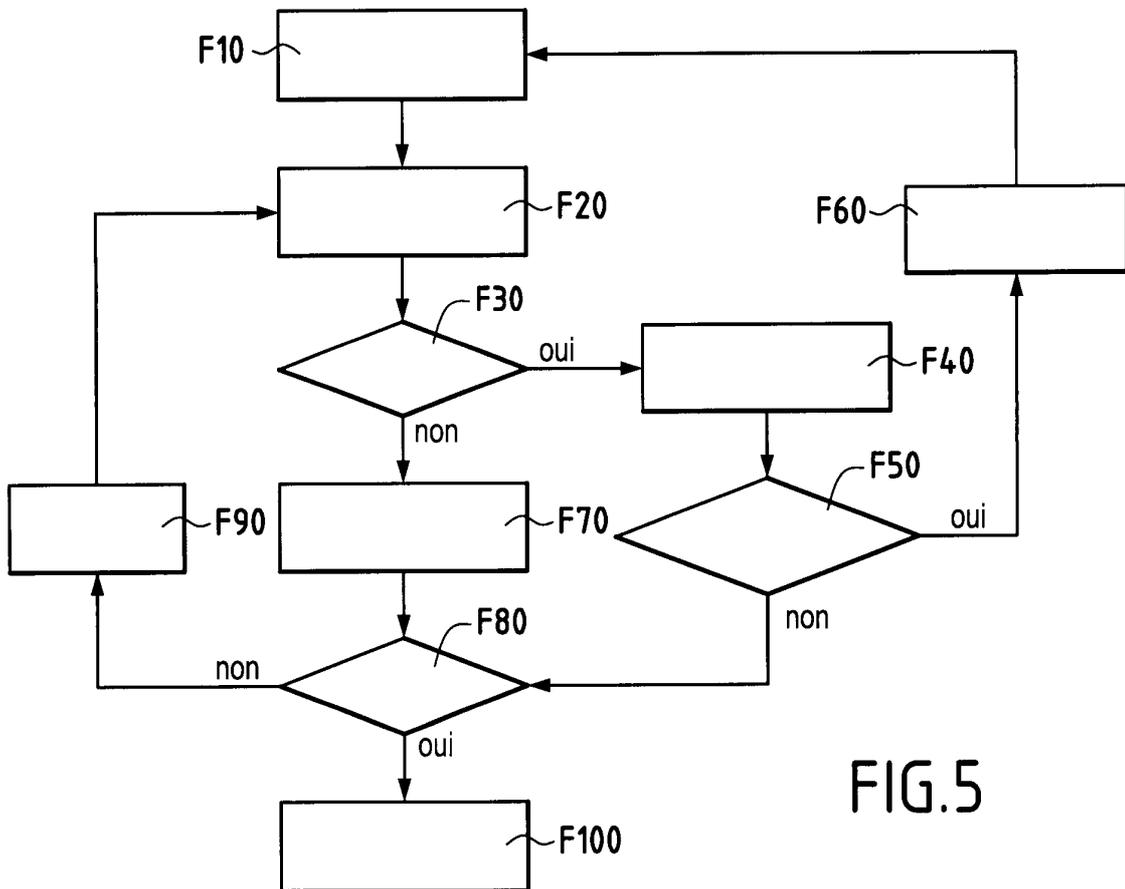


FIG.5

4/5

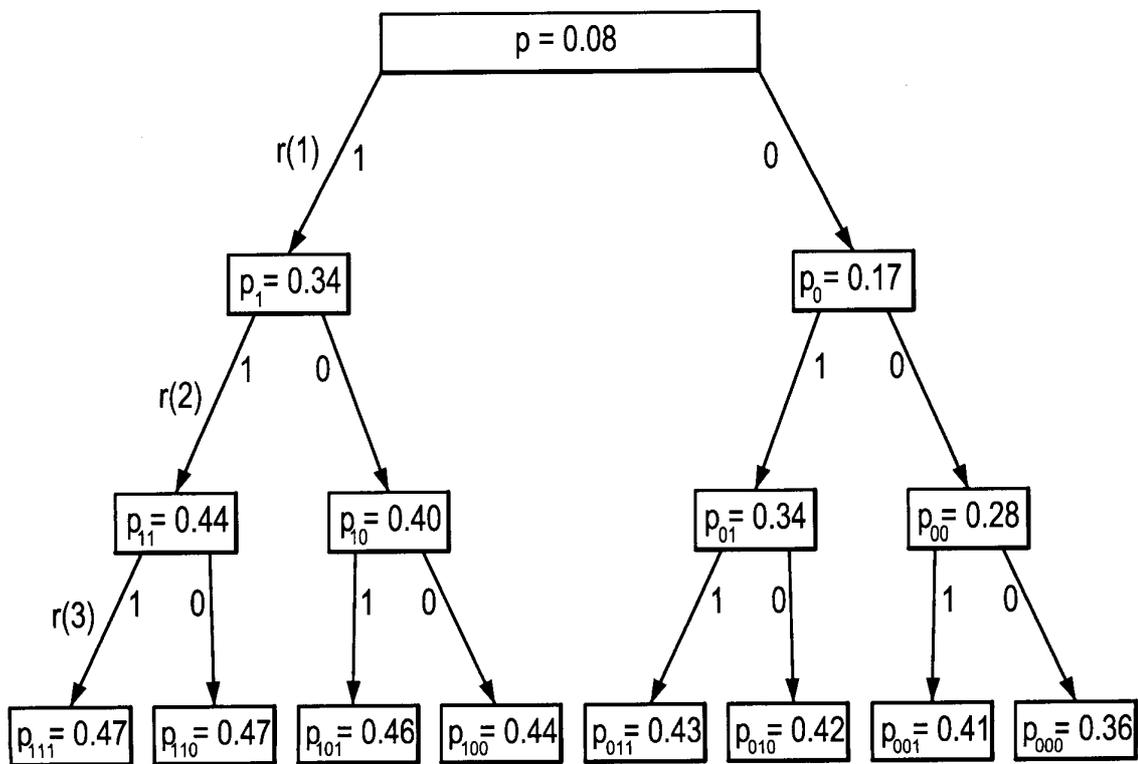
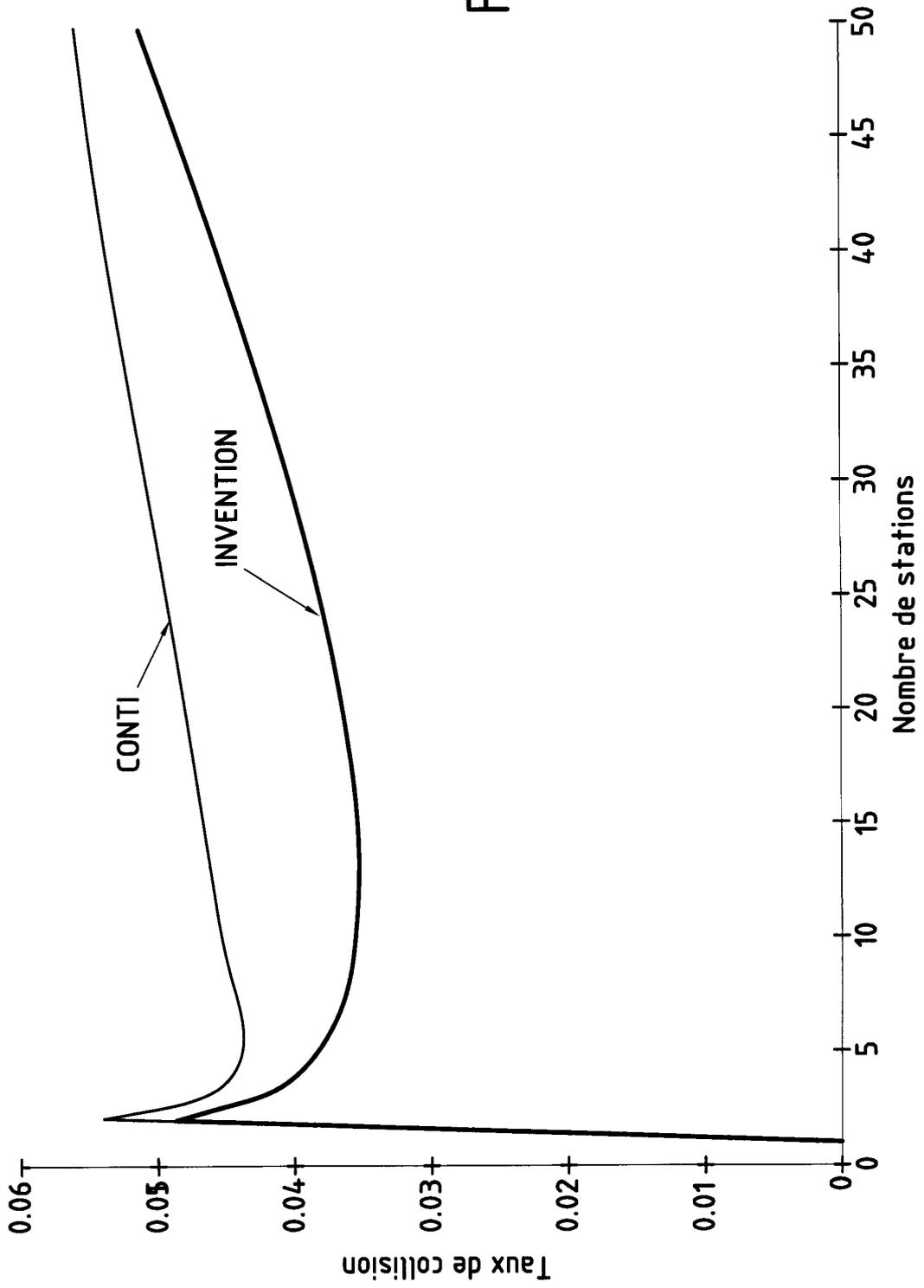


FIG.6

FIG.7





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 672085
FR 0511267

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A,D	ZAKHIA G. ABICHAR AND J. MORRIS CHANG: "CONTI: Constant-Time Contention Resolution for WLAN Access" NETWORKING 2005: 4TH INTERNATIONAL IFIP-TC6 NETWORKING CONFERENCE, WATERLOO, CANADA, MAY 2-6, 2005. PROCEEDINGS, [Online] vol. 3462/2005, 6 mai 2005 (2005-05-06), pages 358-369, XP002392550 ISBN: 3-540-25809-4 Extrait de l'Internet: URL:http://www.springerlink.com/media/dlte umlulp4y0qgunm13/contributions/1/p/0/d/1p0 df71kxhc1t688.pdf> [extrait le 2006-07-28] * pages 361-368, alinéa 4-6 *	1-13	H04L12/28 H04L12/56
A	US 2004/093421 A1 (PENG YONG ET AL) 13 mai 2004 (2004-05-13) * abrégé; revendications 1,2 *	1-13	
A	US 2004/264423 A1 (GINZBURG BORIS ET AL) 30 décembre 2004 (2004-12-30) * abrégé; revendications 10-17 *	1-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04L H04Q
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 juillet 2006		Le Bras, P	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0511267 FA 672085**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 28-07-2006

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004093421 A1	13-05-2004	AU 2003276512 A1	07-06-2004
		EP 1579636 A2	28-09-2005
		WO 2004043003 A2	21-05-2004

US 2004264423 A1	30-12-2004	AUCUN	
