(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 901 436**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **06 51859**

(51) Int Cl[8] : **H 04 L 1/00** (2006.01)

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 19.05.06.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 23.11.07 Bulletin 07/47.

(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) :** *AIRBUS FRANCE Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LECLERCQ AGNES et COLLE MORLEC CECILE.

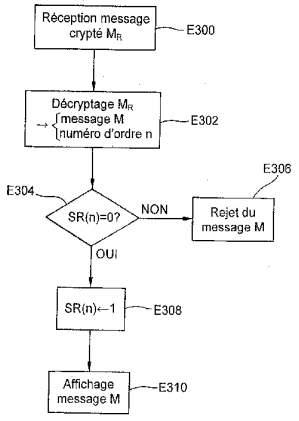
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** SANTARELLI.

(54) DISPOSITIF DE RECEPTION DE MESSAGES, EN PARTICULIER DANS LE CADRE D'ECHANGES SECURISES DE DONNEES, AERONEF ET PROCEDE ASSOCIES.

(57) Un dispositif de réception de messages ayant chacun un numéro d'ordre comprend des moyens de mémorisation d'une pluralité de statuts de réception préalable (SR(n)), des moyens de modification (E308) du statut (SR(n)) associé à un numéro d'ordre (n) à réception d'un message (M) ayant ledit numéro d'ordre (n) et des moyens (E310) de traitement du message en fonction du statut (SR(n)) associé à son numéro d'ordre (n).

Un aéronef équipé d'un tel dispositif et un procédé associé sont également proposés.



FR 2 901 436 - A1

L'invention concerne un dispositif de réception de messages, en particulier dans le cadre d'échanges de données sécurisés (par exemple entre un aéronef et une base au sol), ainsi qu'un aéronef et un procédé de réception associés.

Les échanges de données sécurisés entre un émetteur et un récepteur font fréquemment l'objet d'attaques de la part de personnes non-autorisées à connaître le contenu des messages représentés par les données échangées.

Une attaque de ce type, généralement dénommée "*rejeu*", consiste en la réémission, par l'attaquant et à un moment ultérieur opportun, d'un message émis par l'émetteur autorisé.

Pour contrer ce type d'attaque, il a été proposé de prévoir un premier compteur au niveau de l'émetteur et un second compteur au niveau du récepteur, les compteurs étant synchronisés lors d'une phase d'initialisation. Ainsi, lors de l'émission d'un message, un numéro de compteur est attribué à celui-ci par le dispositif émetteur, qui incrémente le compteur à chaque émission. De son côté, le récepteur vérifie le numéro de compteur de chaque message reçu et incrémente de même son propre compteur à chaque réception d'un message. Il est ainsi impossible pour un attaquant d'intercaler un message dans la série de messages échangés, identifiés chacun de manière unique au moyen des compteurs.

Cette solution n'est toutefois applicable que dans le cadre des protocoles à messages synchrones, c'est-à-dire pour lesquels l'ordre des messages en réception est identique à l'ordre des messages à l'émission.

Elle est en effet inadaptée pour les protocoles à message asynchrone, dans lesquels existe la possibilité d'un changement de l'ordre des messages à la réception par rapport à l'ordre à l'émission. C'est le cas par exemple lorsque des niveaux de priorité sont attribués aux messages et que la transmission de messages de priorité supérieure peut primer la transmission de messages de priorité inférieure, comme par exemple dans le protocole de communication ACARS (pour "*Aircraft Communication Addressing and Reporting System*") utilisé couramment en avionique.

Afin de lutter contre les attaques de type "*rejeu*" quel que soit le protocole utilisé, l'invention propose un dispositif de réception de messages ayant chacun un numéro d'ordre, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens

de mémorisation d'une pluralité de statuts de réception préalable, des moyens de modification du statut associé à un numéro d'ordre à réception d'un message ayant ledit numéro d'ordre et des moyens de traitement du message en fonction du statut associé à son numéro d'ordre.

La réception préalable d'un message, identifié par son numéro d'ordre, peut ainsi être vérifiée à réception de celui-ci et le traitement du message effectué en conséquence.

Les statuts de réception préalable sont par exemple mémorisés sous forme d'une table de bits, ce qui constitue une forme pratique de mise en œuvre, avec un faible coût en mémoire.

Le statut associé audit numéro d'ordre peut dans ce cas être représenté à une position de la table correspondant audit numéro d'ordre.

Selon un mode de réalisation envisageable, la table est formée d'une pluralité de sous-listes dont la gestion est aisée.

Lorsque la table vise en pratique un ensemble fini de numéros d'ordre, le dispositif peut comprendre des moyens d'initialisation d'une partie des statuts de réception préalable quand ledit numéro d'ordre n'est pas compris dans l'ensemble fini de numéros d'ordre.

Selon une possibilité de mise en œuvre pratique, on peut prévoir des moyens de décryptage pour obtenir le message et le numéro d'ordre à partir d'un message crypté.

Afin d'éviter tout risque d'attaque par rejeu, on peut prévoir des moyens de rejet du message lorsque ledit statut associé indique une réception préalable.

On peut prévoir en outre des moyens pour afficher le message lorsque ledit statut associé n'indique au contraire aucune réception préalable.

L'invention propose également un aéronef caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif comme évoqué ci-dessus.

Dans le même ordre d'idée, l'invention propose un procédé de réception d'un message ayant un numéro d'ordre caractérisé par les étapes suivantes :

- lecture d'un statut de réception préalable associé au numéro d'ordre dans un moyen de mémorisation ;

- si le statut lu n'indique aucune réception préalable, modification du statut ;
- si le statut indique une réception préalable, rejet du message.

Un tel procédé peut présenter certaines des caractéristiques optionnelles évoquées ci-dessus à propos du dispositif et les avantages qui en découlent.

L'invention propose enfin un aéronef comprenant un dispositif apte à mettre en œuvre de tels procédés.

D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront à la lumière de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente le contexte général de l'invention ;
- la figure 2 représente les éléments d'un dispositif de réception utiles à la compréhension de l'invention ;
- la figure 3 représente les étapes d'un procédé de réception d'un message conformes aux enseignements de l'invention ;
- la figure 4 représente un ensemble de statuts de réception utilisé par le procédé de la figure 3 ;
- la figure 5 représente les étapes d'un procédé de réception d'un message selon un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 représente un ensemble de statuts de réception utilisé par le procédé de la figure 5 ;
- la figure 7 représente un ensemble de statuts de réception utilisé par le procédé de la figure 8 ;
- la figure 8 représente les étapes d'un procédé de réception d'un message selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

La **figure 1** représente le contexte général dans lequel est mise en œuvre l'invention.

Une base au sol B communique avec un aéronef A au moyen d'une liaison qui permet l'échange de données sous forme numérique (c'est-à-dire selon le terme anglais "*data link*") et qui implique notamment une liaison sol-air C_A.

La liaison entre la base au sol B et l'aéronef A peut impliquer en outre d'autres dispositifs et liaisons. Par exemple, en figure 1, la base au sol B communique avec un relais R (également situé au sol T) au moyen d'un réseau de

communication terrestre C_T ; le relais R transmet les informations à destination et en provenance de l'aéronef A par l'intermédiaire d'un satellite S.

On remarque que l'utilisation d'un relais R est relativement courante du fait que les informations échangées entre la base au sol B et l'aéronef A sont classiquement acheminées par le relais R et le satellite S sous la responsabilité d'un fournisseur de service.

En variante, on pourrait prévoir que les informations soient échangées directement entre l'aéronef A et la base au sol B.

Par ailleurs, on pourrait prévoir d'utiliser des communications radios HF ou VHF au lieu de la communication par satellite.

La **figure 2** représente les éléments du récepteur utiles à la compréhension de l'invention dont plusieurs exemples de réalisation sont donnés dans la suite.

Un dispositif de réception et de traitement de messages 1 comprend un microprocesseur 2 lié à des moyens de mémorisation 4, qui comprennent ici une mémoire vive 6 et une mémoire non-volatile 8.

Le dispositif de réception 1 reçoit des données représentées sous forme numérique et qui forment un message crypté M_R en provenance de l'émetteur, par exemple dans le contexte qui vient d'être décrit en référence à la figure 1.

On remarquera que le terme message signifie ici un ensemble de données ; il peut s'agir d'un message destiné à un utilisateur (message au sens strict), par exemple sous forme de texte, mais également de données ou instructions à destination d'un dispositif, par exemple électronique, côté récepteur.

Les données formant le message crypté M_R ont été préalablement mises en forme à partir du signal transmis sur le canal de transmission C_A, C_T par des dispositifs adéquats, du type syntoniseur, démodulateur et décodeur, qui peuvent faire partie intégrante du dispositif de réception 1 ou constituer, en totalité ou en partie, des dispositifs extérieurs au dispositif de réception 1 et connectés à celui-ci.

Le dispositif de réception 1 mémorise en particulier des moyens pour décrypter le message crypté M_R, en particulier par exemple une clé cryptographique stockée en mémoire non-volatile 8.

Pour son décryptage, le message reçu crypté M_R est par exemple mémorisé en mémoire vive 6, puis décrypté au moyen d'un procédé mis en œuvre par le microprocesseur 2 et utilisant la clé cryptographique qui vient d'être mentionnée, ce qui permet d'obtenir le message M, à afficher en temps normal comme expliqué dans la suite. Le message M est par exemple stocké de manière temporaire en mémoire vive 6.

Le décryptage du message reçu M_R permet également d'obtenir ici un numéro d'ordre n attribué au message M par l'émetteur. Le numéro d'ordre n est par exemple codé de manière appropriée au sein du message reçu M_R. En variante, le numéro d'ordre n pourrait être transmis séparément du message M_R, tout en gardant un lien avec celui-ci qui permette au dispositif de réception de les associer.

Le numéro d'ordre n est attribué au message M au niveau du dispositif émetteur afin d'identifier de manière unique ce message. Pour ce faire, le dispositif émetteur utilise par exemple un compteur dédié au dispositif de réception concerné : le numéro d'ordre du message est dans ce cas la valeur du compteur à l'émission et le compteur est incrémenté à chaque émission d'un message.

Dans le mode de réalisation décrit ici, les numéros d'ordre correspondront donc à l'ordre des messages à l'émission. On pourrait toutefois envisager des solutions dans lesquelles les numéros d'ordre soient sans lien direct avec l'ordre d'émission des messages, ou soient par exemple attribués par ordre décroissant en fonction de l'émission des messages.

Par ailleurs, comme déjà mentionné et décrit dans la suite, la solution proposée permet la réception des messages dans un ordre différent de l'ordre d'émission, si bien que le numéro d'ordre attribué à chaque message n'est pas lié à l'ordre de réception des messages.

Comme décrit dans la suite dans le cas de plusieurs exemples de réalisation envisageables, le numéro d'ordre n identifiant de manière unique le message M permet, par lecture dans une table S_R indiquant le statut de réception préalable et stockée dans les moyens de mémorisation 4, de vérifier que le message M n'a pas été préalablement reçu afin de détecter le rejeu éventuel du message par un attaquant.

Dans le cas où le message n'a pas été reçu au préalable (et donc que l'hypothèse d'un rejeu est écartée), le microprocesseur 2 peut transmettre celui-ci à un dispositif d'affichage 10 pour affichage du message M à un utilisateur. Naturellement, d'autres traitements du message M que l'affichage pourraient être envisagés ; par exemple, lorsque le contenu du message constitue des données utilisables par l'appareil au sein duquel est implanté le récepteur (par exemple un aéronef), le traitement peut consister à utiliser des données reçues.

On va décrire à présent trois exemples de procédé de réception d'un message conforme aux enseignements de l'invention, mis en œuvre par le microprocesseur 2 selon des instructions mémorisées sous forme de programme d'ordinateur au sein de la mémoire non-volatile 8.

La **figure 3** représente un premier exemple de procédé de réception d'un message.

Ce procédé débute par la réception d'un message crypté M_R au cours d'une étape E300, selon des modalités déjà décrites.

Le dispositif de réception 1 (et en particulier le microprocesseur 2) procède alors au décryptage du message reçu M_R au cours d'une étape E302, afin d'obtenir le message décrypté M et le numéro d'ordre n attribué à celui-ci à l'émission.

Le microprocesseur 2 procède alors à la lecture dans une table S_R mémorisée dans les moyens de mémorisation 4, du statut de réception préalable $S_R(n)$ associé au numéro d'ordre n.

On prévoit dans l'exemple décrit ici que la table S_R est une table de N bits, dont chaque bit mémorise la réception préalable d'un message ayant le numéro d'ordre correspondant à la position du bit concerné dans la table.

On indique dans cette table S_R la réception préalable d'un message de numéro d'ordre i par la valeur 1 à la position i de la table S_R (c'est-à-dire $S_R(i)=1$) ; la valeur 0 d'un bit $S_R(i)$ indique donc qu'aucun message ayant le numéro d'ordre i n'a été reçu à l'instant concerné.

La **figure 4** représente schématiquement une telle table S_R à un moment du fonctionnement auquel n'ont été reçus que des messages ayant des numéros d'ordre suivants : 1, 2, 3, 4, n-1, n+1 (sur la figure 4, n=7).

Dans cet exemple, à l'instant du fonctionnement représenté à la figure 4, le message ayant un numéro d'ordre n n'a pas été reçu puisque le bit correspondant de la table S_R est à zéro.

On peut ainsi vérifier à l'étape E304 si la valeur $S_R(n)$ lue est bien nulle, c'est-à-dire si la réception du message au cours de l'étape E300 est bien la première réception de ce message.

Dans la négative (c'est-à-dire si $S_R(n)=1$), un message avec un numéro d'ordre identique a été préalablement reçu, ce qui implique que le message reçu à l'étape E300 provient en fait du rejeu d'un message précédent et que l'on doit considérer dans ce cas qu'une attaque est en cours. On procède de ce fait dans ce cas au rejet du message M au cours d'une étape E306. D'autres mesures peuvent naturellement être prises dans ce cas, comme par exemple la transmission au moyen de l'affichage 10 d'un message d'alerte informant l'utilisateur qu'une tentative de rejeu a été détectée.

Si on vérifie en revanche lors de l'étape E304 que le message M n'a pas été préalablement reçu (c'est-à-dire dans l'hypothèse où $S_R(n)=0$), l'hypothèse d'un rejeu est écartée.

On procède alors lors d'une étape E308 à la mise à 1 de la position n de la table S_R afin d'indiquer pour les messages suivants que le message ayant un numéro d'ordre n a été reçu.

On peut ensuite procéder au traitement normal du message M, par exemple à l'affichage du message M par transmission de celui-ci au dispositif d'affichage 10 au cours d'une étape E310.

La **figure 5** représente un second exemple de procédé de réception d'un message conforme aux enseignements de l'invention.

Dans le présent exemple de réalisation, comme représenté en **figure 6**, on utilise pour mémoriser les numéros d'ordre pour lesquels un message a préalablement été reçu une table S_R de longueur N bits, gérée de manière circulaire comme décrit dans la suite.

On notera p la position d'un bit particulier dans la table S_R et donc $S_R(p)$ la valeur du bit à la position p, où p varie entre 0 et N-1.

On mémorise également dans les moyens de mémorisation 4 la valeur N_{max} qui représente le plus grand numéro d'ordre visé par la table S_R à un instant

donné. On initialise par exemple cette valeur N_{max} à N-1 de telle sorte que la table S_R représente après initialisation le statut de la réception préalable des messages ayant un numéro d'ordre compris entre 0 et N-1. On remet à cette occasion à zéro tous les bits de la table S_R.

Le procédé de réception d'un message débute par la réception au cours d'une étape E502 d'un message M auquel est associé un numéro d'ordre n, par exemple au moyen du décryptage d'un message crypté représentatif du message M et du numéro d'ordre n, comme expliqué à propos les étapes E300 et E302 de la figure 3 décrite ci-dessus.

On compare alors lors d'une étape E504 le numéro d'ordre n à la valeur inférieure des numéros d'ordre visés dans la table S_R (le plus petit numéro d'ordre étant en l'occurrence N_{max}-N+1) pour vérifier si le statut de réception associé au numéro d'ordre n est encore représenté dans la table S_R.

En pratique, on vérifie si $n \leq N_{max}$-N, et si c'est le cas, le numéro d'ordre reçu n'étant plus visé par la table S_R, on ne peut vérifier si le message M reçu constitue ou non le rejeu d'un message précédent, et on procède dans l'exemple décrit ici au rejet du message M lors d'une étape E514.

Si en revanche le numéro d'ordre reçu n est supérieur au plus petit numéro d'ordre représenté à l'instant concerné par la liste S_R (c'est-à-dire si $n>N_{max}$-N), on procède à l'étape E506 décrite à présent.

On détermine alors au cours de cette étape E506 si le numéro d'ordre reçu est supérieur (strictement) au plus grand numéro d'ordre N_{max} visé par la liste.

Dans l'affirmative (c'est-à-dire si $n>N_{max}$), on doit adapter la liste circulaire formée la table S_R afin qu'elle puisse représenter le statut de réception des messages ayant un numéro d'ordre atteignant la valeur du numéro d'ordre reçu n.

On procède tout d'abord pour ce faire à une étape E516 de remise à zéro des positions de la table S_R associées aux numéros d'ordre compris entre N_{max}+1 et n.

Il s'agit en pratique ici de remettre à zéro les bits $S_R(p)$ pour lesquels la position p correspond aux valeurs de numéros d'ordre comprises entre n_{max}+1 et n ; deux cas peuvent se présenter :

- si N_{max} mod n<n mod N, on remet à zéro les valeurs $S_R(p)$ pour p allant de N_{max}+1 mod N à n mod N,

- si n mod N< N_{max} mod N, on remet à zéro les valeurs $S_R(p)$ pour p allant de N_{max} mod N à N-1 et pour p allant de zéro à n mod N.

On considère ici que la différence entre le numéro d'ordre reçu n et le plus grand numéro d'ordre N_{max} considéré dans la liste S_R est inférieur (strictement) à N, ce qui est le cas en pratique en prenant N suffisamment grand dans le système concerné.

On peut d'ailleurs selon un mode de réalisation envisageable (non décrit en figure 5) rejeter les messages pour lesquels le numéro d'ordre serait trop différent de N_{max}, par exemple différent de plus de N/2. On peut considérer en effet qu'un tel numéro d'ordre proviendrait d'une erreur ou d'une attaque ; de fait, un numéro d'ordre reçu n supérieur de plus de N de la valeur précédente N_{max} aurait pour conséquence lors de l'étape E516 l'effacement de l'ensemble de la table et rendrait impossible la réception de messages ultérieurs ayant un numéro d'ordre proche de N_{max}.

Une fois les statuts de réception associés aux numéros compris entre N_{max}+1 et n remis à zéro, on écrit avec écrasement la valeur n du numéro d'ordre reçu dans le registre N_{max} en tant que nouveau numéro d'ordre maximum visé par la table S_R.

On procède de la sorte à la gestion circulaire de la table S_R.

Du fait que, dans l'alternative décrite ici, il a été déterminé à l'étape E506 que le numéro d'ordre reçu n était strictement supérieur au numéro d'ordre maximum N_{max} visé par la table S_R, on sait par construction que l'on est dans un cas où le message N ayant ce numéro d'ordre n n'a pas été reçu au préalable et on peut donc écarter l'hypothèse d'un rejeu.

C'est pourquoi l'étape E518 est suivie dans l'exemple décrit ici d'une étape E510 décrite plus bas, sans procéder au test de l'étape E508.

Si on détermine au contraire lors de l'étape E506 que le numéro d'ordre reçu n n'est pas strictement supérieur au numéro d'ordre maximum N_{max} visé dans la table S_R, ce qui implique qu'un statut de réception préalable SR(p) est associé dans la table SR au numéro d'ordre n reçu, on peut lire ce statut $S_R(p)$ dans la

mémoire 4 et vérifier si ce statut indique ou non que le message ayant le numéro d'ordre n a déjà été reçu.

Du fait de la gestion circulaire de la liste, la position p dans la table S_R associée au numéro d'ordre n est dans l'exemple décrit ici le reste du numéro d'ordre n modulo N, c'est-à-dire p=n mod N. Ainsi, si on détermine au cours d'une étape E508 que $S_R(n \bmod N)=1$ (la valeur 1 indiquant comme dans le premier mode de réalisation que le message ayant le numéro d'ordre associé a été reçu au préalable), on considère que le message reçu provient du rejeu par un attaquant d'un message précédent et on procède de ce fait à l'étape E514 de rejet du message M.

Si on détermine en revanche à l'étape E508 que la valeur du statut de réception préalable associée au numéro d'ordre reçu n est nulle (c'est-à-dire si $S_R(n \bmod N)=0$, on considère que le message M est reçu pour la première fois et ne provient donc pas du rejeu d'un message précédent par un attaquant.

On peut alors procéder à l'étape E510 de mise à 1 du bit $S_R(n \bmod N)$ lu précédemment pour indiquer lors de la réception de messages futurs que le message ayant le numéro d'ordre n a déjà été reçu.

L'hypothèse d'un rejeu ayant été écartée par la vérification de l'étape E508 (ou exclue par l'étape E506 comme déjà expliqué), on peut alors transmettre le message M au dispositif d'affichage 10 pour affichage lors d'une étape E512.

On a représenté à la **figure 7** une table de statuts de réception préalable utilisée dans un troisième mode de réalisation de l'invention.

Dans ce mode de réalisation, la table S_R est divisée en une pluralité de sous-listes L_1, L_2, ..., L_m, chaque sous-liste L_i étant formée d'un nombre B_i de bits. La longueur totale B de la table S_R en bits vaut donc $B=B_1+B_2+\ldots+B_m$.

On mémorise également dans ce mode de réalisation le plus petit numéro d'ordre N_{min} et le plus grand numéro d'ordre N_{max} représentés dans la table S_R. On a donc $N_{max}=N_{min}+B-1$.

A chaque instant, la table S_R composée des sous-listes L_1, ... L_m indique donc le statut de réception préalable pour les messages ayant un numéro d'ordre n compris entre N_{min} et N_{max}.

Si on désigne par k la liste L_k qui représente à chaque instant le numéro d'ordre N_{min} :

- le numéro d'ordre n sera associé à la position p de la liste L_i telles que $n=p+\sum_{j=k}^{i-1} B_j + N_{min}$ lorsque $n- N_{min} < B_k+\ldots+B_m$;

- le numéro d'ordre n sera associé à la position p de la liste L_i telles que $n=p+\sum_{j=1}^{i-1} B_j + \sum_{j=k}^{m} B_j + N_{min}$ lorsque $n- N_{min} \geq B_k+\ldots+B_m$;

La **figure 8** représente les étapes d'un procédé de réception d'un message selon ce troisième mode de réalisation.

On reçoit lors d'une étape E802 un message M auquel est associé un numéro d'ordre n, comme évoqué pour les précédents modes de réalisation.

On teste au cours d'une étape E804 si le numéro d'ordre reçu n est strictement inférieur au plus petit numéro d'ordre N_{min} visé par la table S_R, et dans l'affirmative, on procède au rejet du message M au cours d'une étape E814 puisqu'il est impossible dans ce cas de vérifier que le message M n'a pas fait l'objet d'un rejeu de la part d'un attaquant.

Dans la négative, on compare le numéro d'ordre reçu n au plus grand numéro d'ordre N_{max} traité par la table S_R dans son état actuel.

Si le numéro d'ordre reçu n est strictement supérieur à N_{max}, on doit adapter la table S_R afin que celle-ci tienne compte de la réception du message M de numéro d'ordre n.

On procède pour ce faire lors d'une étape E808 à la remise à zéro de la sous-liste (ou des sous-listes) relative(s) aux statuts de réception préalable des messages dont le numéro d'ordre est compris entre $N_{max}+1$ et n.

Il s'agit en pratique, en désignant comme précédemment k la sous-liste L_k visant le numéro d'ordre N_{min} au moment de la réception du message M à l'étape E802, à la remise à zéro des sous-listes définies comme suit :

- remise à zéro des sous-listes de la sous-liste L_k à la sous-liste L_{k+q} telle que :

$$\sum_{j=k}^{k+q-1} B_j < n - N_{max} \leq \sum_{j=k}^{k+q} B_j \quad \text{si} \quad n \leq N_{max} + \sum_{j=k}^{m} B_j$$ (pas de rebouclage de la liste circulaire) ;

- remise à zéro de la sous-liste L_k à la sous-liste L_m et de la sous-liste L_1 à la sous-liste L_i telle que :

$\sum_{j=k}^{m} B_j + \sum_{j=1}^{i-1} B_j < n - N_{max} \leq \sum_{j=k}^{m} B_j + \sum_{j=1}^{i} B_j$ si $n > N_{max} + \sum_{j=k}^{m} B_j$ (rebouclage de la liste circulaires).

Une fois la sous-liste ou les sous-listes remise(s) à zéro, on procède à la mise à jour conséquente des valeurs N_{min} et N_{max} en ajoutant à chacune de ces valeurs le nombre de bits contenus dans l'ensemble des sous-listes remises à zéro au cours d'une étape E810.

Une fois la table S_R adaptée à la gestion du numéro d'ordre reçu n comme il vient d'être indiqué en référence aux étapes E808 et E810, on indique que le message ayant le numéro d'ordre n a été reçu en mettant à 1 le bit associé au numéro d'ordre n au cours d'une étape E816 décrite plus bas.

Lorsque le test de l'étape E806 indique que le numéro d'ordre reçu n est inférieur ou égal à N_{max} (et du fait du test de l'étape E804), on peut considérer que le numéro d'ordre n est traité par la table S_R dans son état courant.

On détermine alors la position p et la sous-liste L_i associées au numéro d'ordre reçu n, ici selon la règle de correspondance décrite plus haut.

On vérifie alors au cours d'une étape E812 que le bit associé au numéro d'ordre n indique que le message n'a pas été reçu au préalable (c'est-à-dire que $L_i(p)=0$), auquel cas on peut procéder au traitement normal du message comme indiqué plus bas à l'étape E816.

Si on détermine au contraire à l'étape E812 que le message a déjà été reçu (c'est-à-dire que le statut de réception associé indique une réception préalable du message par $L_i(p)=1$), on considère que le message reçu est issu d'un rejeu d'un message précédent par un attaquant et on procède par conséquent à l'étape E814 de rejet du message M.

L'étape E816 précédemment évoquée consiste à mettre à 1 le statut (ici le bit) $L_i(p)$ associé au numéro d'ordre n afin d'indiquer pour les messages futurs que le message ayant ce numéro d'ordre a été reçu.

L'étape E816 est suivie du traitement usuel du message M, par exemple de l'affichage de celui-ci au cours d'une étape E818 grâce au dispositif d'affichage 10.

Les modes de réalisation qui viennent d'être décrits ne sont que des exemples possibles de réalisation de l'invention qui ne s'y limite pas.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de réception de messages ayant chacun un numéro d'ordre, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mémorisation (4) d'une pluralité de statuts de réception préalable ;
- des moyens de modification du statut $(SR(n);SR(n \bmod N);L_i(p))$ associé à un numéro d'ordre (n) à réception d'un message (M) ayant ledit numéro d'ordre (n);
- des moyens de traitement du message (M) en fonction du statut $(SR(n);SR(n \bmod N);L_i(p))$ associé à son numéro d'ordre (n).

2. Dispositif de réception selon la revendication 1, caractérisé en ce que les statuts de réception préalable sont mémorisés sous forme d'une table de bits.

3. Dispositif de réception selon la revendication 2, caractérisé en ce que le statut associé audit numéro d'ordre est représenté à une position $(n;n \bmod N;p)$ de la table correspondant audit numéro d'ordre (n).

4. Dispositif de réception selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la table est formée d'une pluralité de sous-listes (L_i).

5. Dispositif de réception selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, la table visant un ensemble fini de numéros d'ordre, le dispositif comprend des moyens d'initialisation d'une partie des statuts de réception préalable lorsque ledit numéro d'ordre n'est pas compris dans l'ensemble fini de numéros d'ordre.

6. Dispositif de réception selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par des moyens de décryptage (2) pour obtenir le message (M) et le numéro d'ordre (n) à partir d'un message crypté(M_R).

7. Dispositif de réception selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par des moyens de rejet du message lorsque ledit statut associé indique une réception préalable.

8. Dispositif de réception selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par des moyens (10) pour afficher le message (M) lorsque ledit statut associé n'indique aucune réception préalable.

9. Aéronef caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif selon l'une des revendications 1 à 8.

10. Procédé de réception d'un message ayant un numéro d'ordre, caractérisé par les étapes suivantes :

- lecture (E304 ; E508 ; E812) d'un statut de réception préalable associé au numéro d'ordre dans un moyen de mémorisation ;
- si le statut lu n'indique aucune réception préalable, modification du statut (E308 ; E510 ; E816) ;
- si le statut indique une réception préalable, rejet du message (E306 ; E514 ; E814).

11. Procédé de réception selon la revendication 10, caractérisé en ce que le statut de réception préalable est mémorisé au sein d'une table de bits.

12. Procédé de réception selon la revendication 11, caractérisé en ce que le statut associé audit numéro d'ordre est représenté à une position de la table correspondant audit numéro d'ordre.

13. Procédé de réception selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que la table est formée d'une pluralité de sous-listes.

14. Procédé de réception selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que, la table visant un ensemble fini de numéros d'ordre, le procédé comprend une étape (E516 ; E808) d'initialisation d'au moins un statut

de réception préalable lorsque ledit numéro d'ordre n'est pas compris dans l'ensemble fini de numéros d'ordre.

15. Procédé de réception selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé par une étape de décryptage (E302) pour obtenir le message et le numéro d'ordre à partir d'un message crypté.

16. Procédé de réception selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé par une étape d'affichage du message (E310 ; E512 ; E818) si ledit statut lu n'indique aucune réception préalable.

17. Aéronef caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif apte à mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 16.

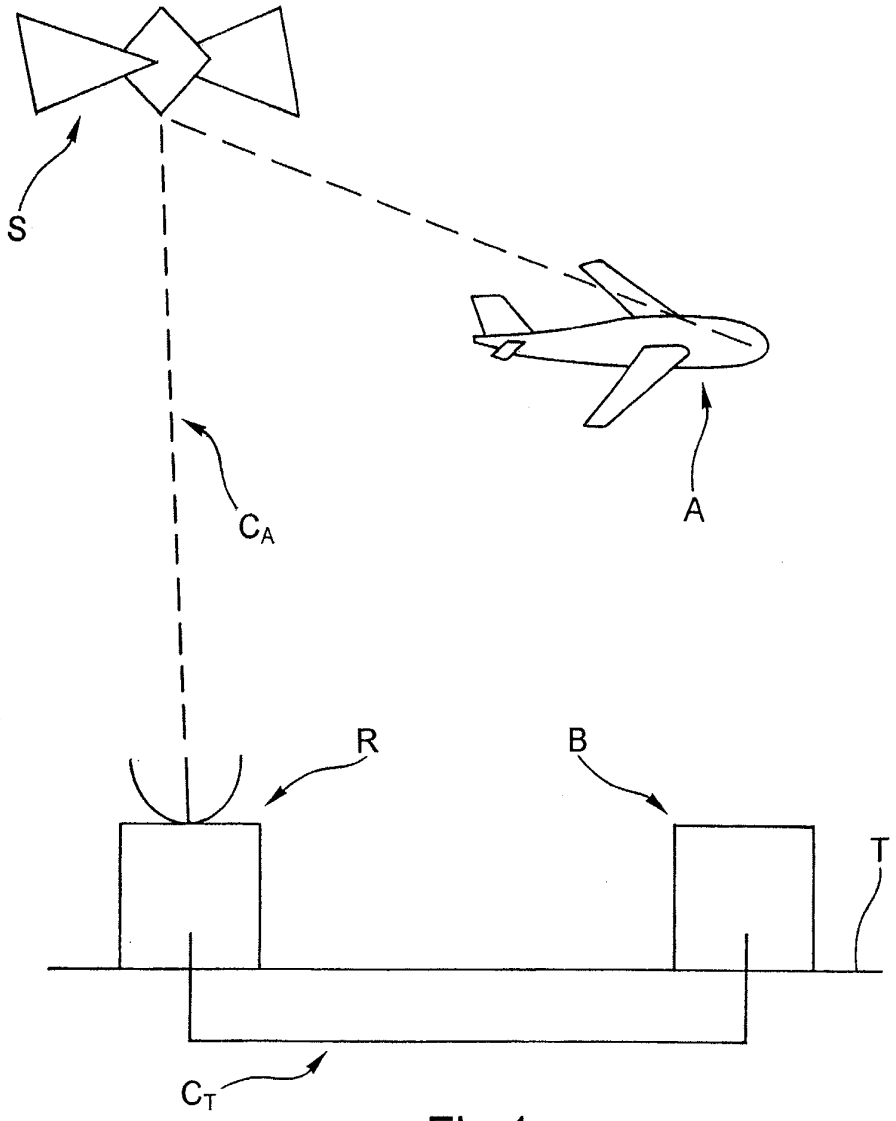


Fig.1

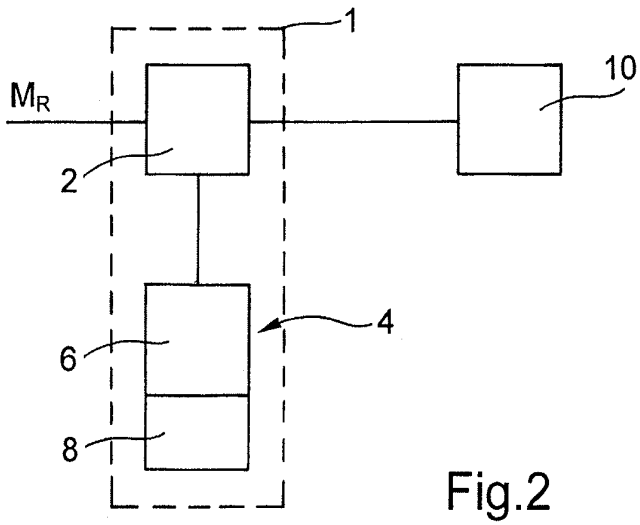


Fig.2

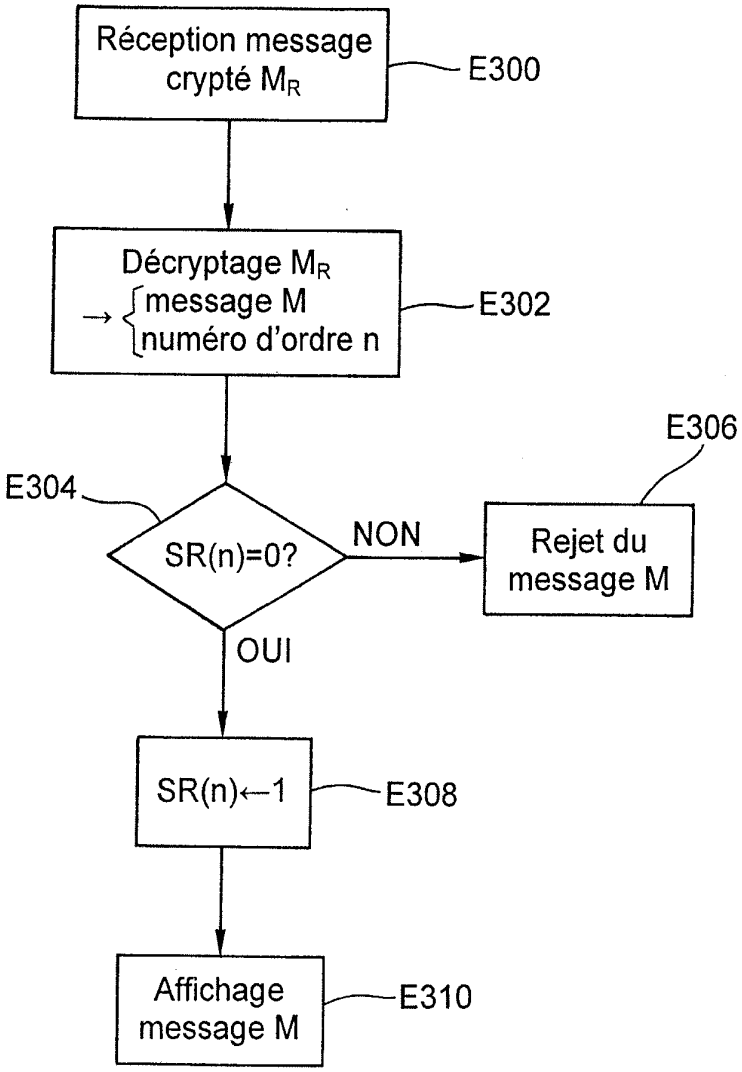

Réception message crypté M_R
E300
Décryptage M_R
→ message M
numéro d'ordre n
E302
E304
SR(n)=0?
NON
E306
Rejet du message M
OUI
SR(n)←1
E308
Affichage message M
E310

Fig.3

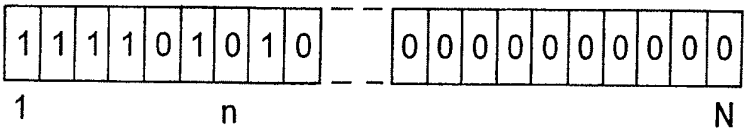

1 1 1 1 0 1 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1
n
N

Fig.4

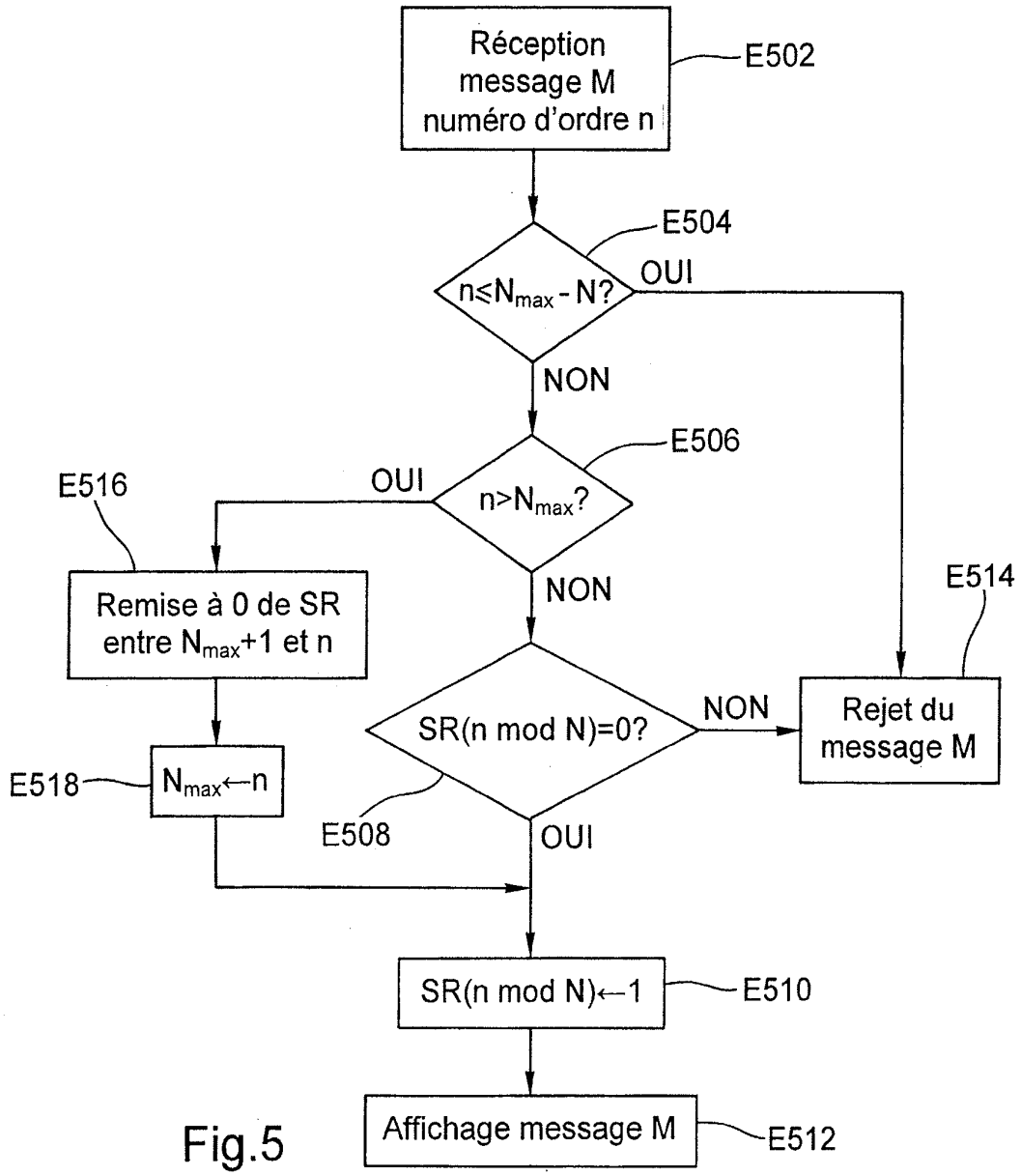

Réception message M numéro d'ordre n
E502
E504
n≤Nmax - N?
OUI
NON
E506
n>Nmax?
OUI
E516
NON
E514
Remise à 0 de SR entre Nmax+1 et n
SR(n mod N)=0?
NON
Rejet du message M
E518
Nmax←n
E508
OUI
SR(n mod N)←1
E510
Affichage message M
E512

Fig.5

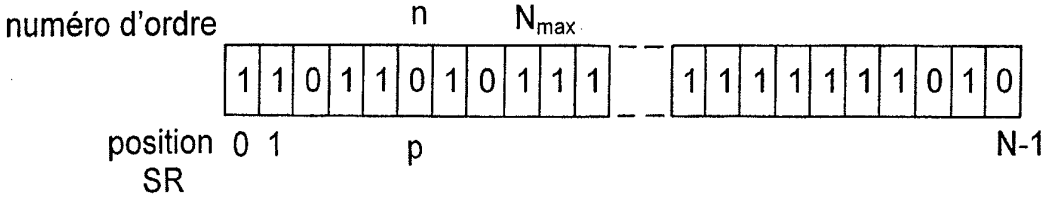

numéro d'ordre
n
Nmax
1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 0 1 0
position SR
0 1
p
N-1

Fig.6

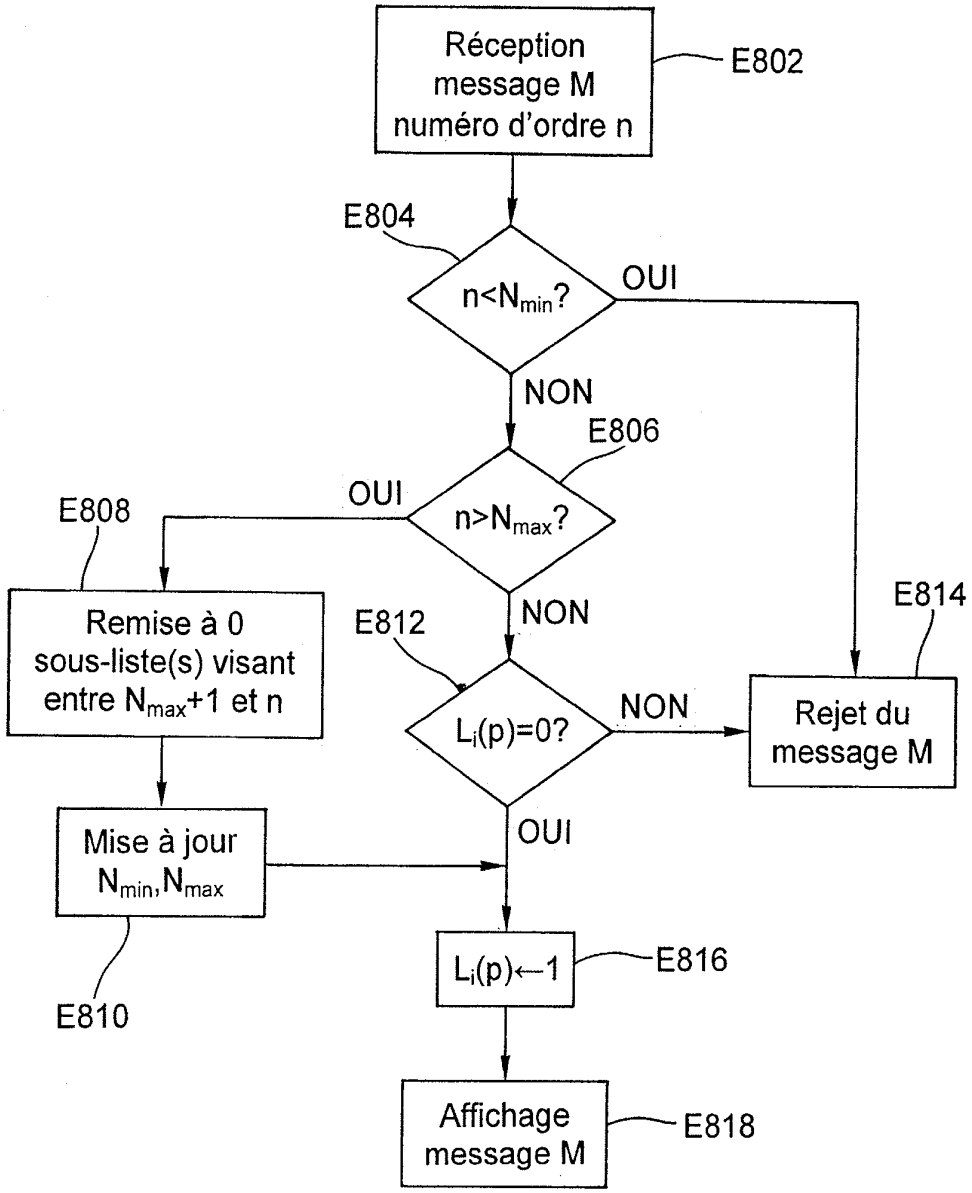

Réception message M numéro d'ordre n
E802
E804
n<Nmin?
OUI
NON
E806
n>Nmax?
OUI
E808
NON
E812
Li(p)=0?
NON
E814
Rejet du message M
Remise à 0 sous-liste(s) visant entre Nmax+1 et n
Mise à jour Nmin,Nmax
E810
OUI
Li(p)←1
E816
Affichage message M
E818

Fig.8

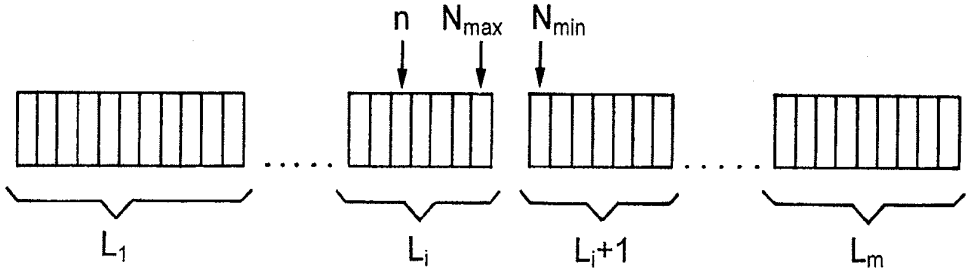

n
Nmax
Nmin
L1
Li
Li+1
Lm

Fig.7

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2901436

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 681713
FR 0651859

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2005/078986 A (CERTICOM CORP [CA]; VANSTONE SCOTT A [CA]; SHANNON-VANSTONE SHERRY E []) 25 août 2005 (2005-08-25) * abrégé * * page 2, ligne 1 - ligne 12 * * page 2, ligne 27 - page 5, ligne 12 * -----	1-17	
A	US 2004/047308 A1 (KAVANAGH ALAN [CA] ET AL) 11 mars 2004 (2004-03-11) * abrégé * * page 3, alinéa 26 - alinéa 41 * * page 4, alinéa 54 * * page 5, alinéa 66 * -----	1-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04L

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
30 mars 2007	Adkhis, Franck

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0651859 FA 681713

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 30-03-2007
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005078986 A	25-08-2005	CA 2555322 A1	25-08-2005
		CN 1922816 A	28-02-2007
		EP 1714420 A1	25-10-2006
US 2004047308 A1	11-03-2004	AUCUN	

EPO FORM P0465