

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.06.05.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.12.06 Bulletin 06/52.

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.

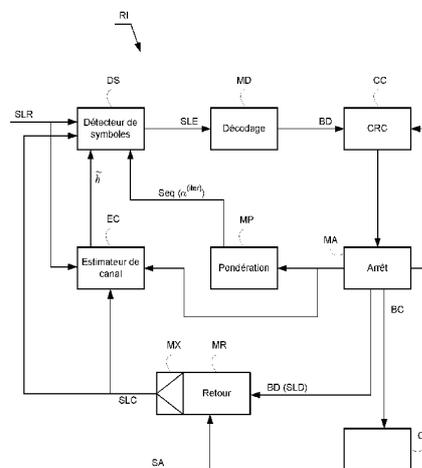
72 Inventeur(s) : YUAN WU JULIE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : MARTINET ET LAPOUX.

54 TRAITEMENT ITERATIF DE SALVES DE SYMBOLES DANS UN RECEPTEUR.

57 Dans un récepteur de radiocommunication à traitement itératif de salves de symboles reçues (SLR), un module de pondération (MP) mémorise une séquence (Seq) de coefficients de pondération associés chacun à une itération. Une pondération de série de salves reconstruites (SLC) dans un module de retour (MR) est commandée dans un détecteur de symboles (DS) par le coefficient de pondération associé à chaque itération relative à une série de salves reçues. Un module (MA) arrête la détection d'erreur par un contrôleur (CC) pour le bloc décodé relatif à la série de salves reçues et mémorise le bloc décodé lorsque le bloc ne contient aucune erreur. La détection de symboles est désactivée de manière contrôlée par la séquence de coefficients de pondération ce qui améliore rapidement la qualité des blocs décodés.



FR 2 887 713 - A1



**Traitement itératif de salves de symboles  
dans un récepteur**

La présente invention concerne un traitement  
5 itératif de salves de symboles reçues par un  
récepteur de radiocommunication numérique inclus par  
exemple dans un terminal radio mobile ou une station  
de base.

10 Actuellement, des récepteurs de  
radiocommunication numériques recourent au traitement  
itératif de l'estimation du canal de propagation et  
de la détection de symboles pour offrir une  
restitution de données d'émission de qualité en dépit  
15 d'une complexité élevée. De manière connue, ces  
récepteurs utilisent des égaliseurs linéaires par  
bloc basé sur le critère de forçage à zéro ZF ("Zero  
Forcing", en anglais) ou sur le critère d'erreur  
quadratique moyenne minimum MMSE ("Minimum Mean  
20 Square Error", en anglais) pour réduire des  
interférences dues à la propagation. A chaque  
itération, une boucle de retour améliore la précision  
de l'estimation de canal grâce à l'application de  
données égalisées et décodées à l'itération  
25 précédente à un détecteur de symboles et un  
estimateur de canal. Une erreur d'analyse survenue  
notamment au début d'une telle procédure itérative  
engendre irrémédiablement des estimations et des  
analyses erronées pour les itérations suivantes.

30 Les données décodées dans ces récepteurs ne  
changent plus après un certain nombre d'itérations,  
ce qui implique une stabilisation de la qualité de  
restitution des données d'émission. Ainsi, le nombre  
éventuellement élevé d'itérations se traduit par une  
35 consommation élevée d'énergie dans les récepteurs.

L'invention a pour **objectif** d'améliorer la performance des traitements itératifs relatifs à l'estimation de canal et la détection de symboles dans un récepteur de radiocommunication numérique, en déstabilisant la qualité de la restitution des données, ce qui entraîne une diminution du nombre effectif d'itérations et par conséquent une augmentation de la vitesse des traitements, pour une qualité accrue des blocs de données fournis par le récepteur.

Pour atteindre cet objectif, un récepteur de radiocommunication recevant des séries de salves de symboles, chaque salve incluant une séquence d'apprentissage, le récepteur comprenant un moyen de détection pour détecter des symboles dans les salves reçues, un moyen de décodage pour décoder chaque série de salves de symboles détectés en un bloc décodé incluant un code à redondance cyclique, un moyen de retour pour construire itérativement une série de salves reconstruites en fonction du bloc décodé et d'une séquence d'apprentissage prémémorisée, et un estimateur de canal déterminant itérativement une estimée de canal en fonction de la série de salves reçues, de la série de salves reconstruites et de la séquence d'apprentissage prémémorisée afin d'améliorer la détection des symboles dans les salves reconstruites en fonction de l'estimée de canal, caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen pour mémoriser une séquence prédéfinie de coefficients de pondération associés chacun à une itération, l'un des coefficients de pondération étant sensiblement égal à zéro, et

un moyen pour commander dans le moyen pour  
détecter des symboles une pondération de série de  
salves reconstruites par le coefficient de  
pondération associé à chaque itération relative à une  
5 série de salves reçues.

L'invention déstabilise de manière contrôlée la  
détection de symboles grâce à la séquence prédéfinie  
de coefficients de pondération ce qui améliore la  
10 qualité des blocs de données fournis par le  
récepteur.

Pour diminuer efficacement le nombre  
d'itérations pour chaque série de salves de symboles  
reçues et donc le temps de traitement du récepteur,  
15 le récepteur peut comprendre en outre :

un moyen de contrôle de code à redondance  
cyclique pour détecter au moins une erreur dans  
chaque bloc décodé par le moyen de décodage,

un moyen pour appliquer le bloc décodé au moyen  
20 de retour tant que le bloc contient au moins une  
erreur et tant que les itérations associées à tous  
les coefficients de pondération de la séquence pour  
la série de salves correspondant au bloc décodé ne  
sont pas réalisées, et

25 un moyen pour arrêter le contrôle du bloc décodé  
dans le moyen de contrôle et mémoriser le bloc décodé  
lorsque le bloc ne contient aucune erreur.

La diminution du nombre d'itérations conduit  
30 avantageusement à une durée de traitement  
relativement courte pour transmettre les blocs  
décodés aux couches supérieures, et une diminution de  
la puissance consommée par le récepteur.

L'invention est également applicable à un  
35 récepteur multi-usager qui traite en parallèle des

séries de salves de symboles reçues respectivement  
rattachées à plusieurs usagers. Le récepteur comprend  
alors en parallèle respectivement pour les usagers  
des moyens de détection de symboles, des moyens de  
5 décodage de séries de salves de symboles détectés,  
des moyens de contrôle de code à redondance cyclique  
pour détecter des erreurs dans les blocs décodés, des  
moyens pour arrêter des itérations et mémoriser des  
blocs décodés, des moyens de retour pour construire  
10 itérativement des séries de salves reconstruites  
respectivement en fonction des blocs décodés et de  
séquences d'apprentissage prémémorisées et appliquer  
les séries de salves reconstruites à l'estimateur de  
canal et aux moyens de contrôle. Dans le récepteur  
15 multi-usager, alors chaque moyen de contrôle ne  
détecte plus au moins une erreur dans les blocs  
décodés relatifs à une série de salves de symboles  
dès qu'un bloc décodé relatif à ladite série de  
salves de symboles ne contient aucune erreur et tant  
20 qu'au moins une erreur est détectée dans un autre  
bloc décodé, et les moyens pour arrêter transmettent  
les blocs décodés mémorisés à des couches supérieures  
du récepteur lorsque tous les blocs ne contiennent  
aucune erreur.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention,  
dans le récepteur multi-usager, les moyens pour  
arrêter transmettent les blocs décodés aux couches  
supérieures du récepteur en outre lorsque le nombre  
d'itérations pour les blocs décodés atteint un nombre  
30 d'itérations prédéterminé.

L'invention concerne également un procédé pour  
traiter itérativement des séries de salves de  
symboles reçues incluant chacune une séquence  
d'apprentissage dans un récepteur de  
35 radiocommunication. Le procédé comprend une détection

des symboles dans les salves reçues, un décodage de chaque série de salves de symboles détectés en un bloc décodé incluant un code à redondance cyclique, une construction itérative d'une série de salves reconstruites en fonction du bloc décodé et d'une séquence d'apprentissage prémémorisée, et une estimation itérative d'une estimée de canal en fonction de la série de salves reçues, de la série de salves reconstruites et de la séquence d'apprentissage prémémorisée afin d'améliorer la détection des symboles dans les salves reconstruites en fonction de l'estimée de canal. Selon l'invention, le procédé comprend des étapes de :

pour toutes les séries de symboles reçues, prémémoriser une séquence prédéfinie de coefficients de pondération associés chacun à une itération, l'un des coefficients de pondération étant sensiblement égal à zéro, et

pour chaque itération, commander pour la détection des symboles une pondération de série de salves reconstruites par le coefficient de pondération associé à ladite itération.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées 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 récepteur de radiocommunication mono-usager selon l'invention;

- la figure 2 est un bloc-diagramme schématique d'un récepteur de radiocommunication multi-usager selon l'invention;

- la figure 3 est un algorithme schématique d'un procédé de traitement selon l'invention; et

- les figures 4 et 5 sont respectivement des diagrammes expérimentaux d'un taux d'erreur par bloc et d'un taux d'erreur par bit en fonction d'un rapport signal à bruit selon le procédé de l'invention.

De manière générale, l'invention décrite ci-après est relative à un récepteur de radiocommunication numérique incluant un estimateur de canal de propagation pour estimer la réponse du canal de propagation de données entre un émetteur et le récepteur et un détecteur de symboles pour détecter des symboles dans un signal transmis par l'émetteur à travers le canal de propagation et reçu par le récepteur. Le récepteur est par exemple inclus dans un terminal radio mobile ou dans une station de base dans un réseau de radiocommunication par exemple de type GSM (Global System for Mobile communications), EDGE (Enhanced Data rates for the GSM Evolution) ou UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), ou un récepteur intervenant dans un réseau local sans fil de type WLAN (Wireless Local Area Network) ou DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications).

Le récepteur traite ainsi, à titre d'exemple, un signal pour des réseaux à accès multiple à répartition dans le temps AMRT, ou des réseaux à accès multiple à répartition par codes AMRC tels que des réseaux AMRC à large bande ou des réseaux AMRC synchrones à répartition dans le temps.

Dans le cas d'un réseau AMRC, des interférences intersymboles ISI (Intersymbol Interference) dans un signal d'utilisateur et des interférences d'accès multiple

MAI (Multiple Access Interference) entre des signaux de plusieurs usagers sont engendrés par la propagation dans le canal et dégradent la qualité du signal reçu. Ces dégradations sont réduites par une estimation de la fonction de transfert du canal qui est effectuée à l'aide d'information connue par avance du récepteur, comme une séquence d'apprentissage (par exemple "midamble", en anglais) transmise dans une salve ("burst", en anglais) par l'émetteur. Mais le bruit supplémentaire à la réception du signal détériore cette estimation et tempère la réduction des interférences. Le récepteur traite alors en boucle des données correspondant au signal reçu et bruité à travers le canal, afin d'améliorer l'estimation du canal. Un tel récepteur est désigné par récepteur itératif.

Dans la **figure 1** sont seulement représentés des moyens inclus dans le récepteur itératif RI en relation avec l'invention. Ces moyens sont un détecteur de symboles DS et un module de décodage MD, et une boucle de retour comportant un contrôleur de code à redondance cyclique CC, un estimateur de canal EC, un module de pondération MP, un module d'arrêt MA, un module de retour MR et un multiplexeur MX. La boucle de retour est dite à décision dure puisqu'elle relie la sortie du module de décodage MD à l'entrée de l'estimateur de canal EC, des bits fournis à la sortie du décodage étant des bits d'information de valeur dure.

De manière connue, un étage d'amplification, de démodulation de fréquence et de filtrage adapté dans le récepteur est appliqué au signal reçu désembrouillé de salves de symboles complexes SLR, appelées également paquets, mis en forme en bande de

base à l'entrée du détecteur de symboles DS. Le signal reçu correspond à un signal numérique de données émis par l'émetteur dans lequel le signal de données a subi un traitement par bloc de bits dans un générateur de code. Après chaque bloc, le générateur de code introduit des bits de parité composant un code à redondance cyclique CRC en fonction du bloc et d'un polynôme générateur cyclique. Puis les blocs incluant leurs codes CRC subissent notamment un codage, un entrelacement, une modulation de phase par exemple à quatre états pour produire des symboles complexes, un étalement de spectre par salves (bursts) pour un codage AMRC, une insertion d'une séquence d'apprentissage prémémorisée, un brouillage et finalement des filtrage, amplification et conversion de fréquence dans un étage de sortie.

Une sortie du module d'arrêt MA fournit un signal reçu composé de blocs corrigés BC à des couches supérieures CS du récepteur. Notamment l'information utile dans chaque bloc est extraite par les couches supérieures par exemple pour être reproduite dans un circuit audio ou transcrite par une interface graphique d'utilisateur du récepteur lorsque celui-ci est inclus dans un terminal mobile, ou être transmise à travers la partie fixe d'un réseau de radiocommunication lorsque le récepteur est inclus dans une station de base du réseau.

Dans le cas général d'une transmission AMRC multi-usager à laquelle on se référera le plus souvent dans la suite de la description, le récepteur RI reçoit un signal composé de plusieurs salves mélangées  $SLR_1$  à  $SLR_K$  attribuées à K usagers. Un bloc à décoder, correspondant à un usager associé à un canal de propagation relatif au récepteur RI, est composé d'une série de salves. Chaque salve occupe un

intervalle de temps prédéterminé (slot) et inclut des séquences d'éléments de code (chips). Dans le cas d'un récepteur AMRT, le signal reçu est divisé en des intervalles de temps périodiques attribués à des usagers.

Par souci de clarté, l'invention est décrite d'abord par rapport à des salves reçues relatives à un usager notamment pour la voie descendante dans un terminal mobile, en référence à la figure 1. Un bloc reçu est déduit de plusieurs salves de symboles SLR incluant chacune une séquence d'apprentissage (par exemple "midamble", en anglais) SA qui est une suite de symboles prédéterminée possédant des propriétés particulières d'autocorrélation. La séquence d'apprentissage SA est préalablement mémorisée dans le récepteur RI afin d'être corrélée à la séquence d'apprentissage d'une salve reçue SLR dans l'estimateur de canal EC qui détermine une estimée de canal  $\tilde{h}$  définie par les coefficients de la fonction de transfert du canal de propagation à travers lequel la salve SLR a été transmise. L'estimateur de canal EC fournit une estimée de canal  $\tilde{h}$  à la fréquence des symboles afin que le détecteur de symboles DS détecte chaque symbole inclus dans chaque salve reçue.

Le détecteur de symboles DS mémorise une série de salves de symboles reçues correspondant à un bloc à décoder pour traiter la série de salves pendant plusieurs itérations via la boucle de retour et ainsi parfaire le décodage d'un bloc. Le détecteur de symboles DS comprend par exemple plusieurs voies de propagation parallèles pour traiter chaque symbole de la salve de symboles reçue SLR comme des symboles retardés par les trajets multiples du canal de propagation. Chaque voie retarde le symbole reçu et comprend par exemple un annuleur d'interférences

intersymboles et un filtre adapté à une séquence d'éléments de code d'étalement et à une estimation du trajet multiple respectif. Les sorties des filtres adaptés délivrent des échantillons de symbole à des  
5 filtres transversaux dont les coefficients sont déterminés de manière itérative en fonction de l'estimée de canal  $\tilde{h}$ , puis sont sommés pour fournir un symbole égalisé au module de décodage MD. Par exemple, les filtres transversaux constituent un  
10 égaliseur linéaire ou un égaliseur à maximum de vraisemblance.

Les salves reçues SLR sont ainsi converties en salves de symboles détectés égalisés SLE, sans séquence d'apprentissage, qui sont appliquées au  
15 module de décodage MD. Le module de décodage comprend en cascade un convertisseur de symbole en bit comme par exemple un démodulateur de phase à quatre états faisant correspondre un symbole complexe  $+j$ ,  $+1$ ,  $-1$  et  $-j$  à un couple respectif de bits consécutifs  
20  $(0,0)$ ,  $(0,1)$ ,  $(1,0)$ ,  $(1,1)$ , un désentrelaceur de canal pour inhiber l'entrelacement introduit à l'émission, un décodeur de convolution ou un turbo-décodeur, et un circuit à seuil de décision binaire. La sortie du module de décodage MD délivre des salves  
25 décodées SLD qui sont groupées en des blocs binaires décodés BD qui reconstituent normalement le signal émis composé de blocs avec leurs codes à redondance cyclique CRC.

Classiquement, la boucle de retour relie la  
30 sortie du module de décodage MD à des entrées du détecteur de symboles DS et de l'estimateur de canal EC via le module de retour MR. La boucle de retour impose un fonctionnement itératif sur les séries de salves dans les blocs au récepteur RI en traitant à  
35 chaque itération les salves reçues d'un bloc jusqu'à

ce que celui-ci soit corrigé. Le module de retour MR reconstruit ainsi les salves de symboles SLC, comme dans l'émetteur, mais sur la base des bits dans les blocs décodés BD produits par le module de décodage MD. Le module de retour MR comprend en cascade des moyens fonctionnels réciproques de ceux constituant le module de décodage MD, tels qu'un codeur de convolution ou un turbo-codeur, un entrelaceur, un convertisseur de bit en symbole complexe comme par exemple un modulateur de phase à quatre états, et un formateur de salve afin d'introduire périodiquement dans un nombre prédéterminé de symboles la séquence d'apprentissage SA préalablement mémorisée.

Chaque bloc décodé BD délivré par le module de décodage MD contribue à la formation de salves reconstruites SLC qui constituent des données d'itération transmises à l'estimateur de canal EC et au détecteur de symboles DS, pour une autre itération. Une salve reconstruite SLC bien que comprenant une séquence d'apprentissage peut comprendre encore des erreurs. L'estimateur de canal EC utilise alors la salve reconstruite SLC comme source supplémentaire d'informations pour une estimation plus fine et transmet une nouvelle estimée de canal  $\tilde{h}$  au détecteur de symboles DS. Le détecteur de symboles dispose ainsi de la nouvelle estimée de canal, de la salve reconstruite SLC et de la salve reçue mémorisée SLR de l'itération initiale, pour une détection plus précise. Ainsi, à chaque itération, la séquence d'apprentissage SA, qui subit une opération de mise en salve dans le module de retour MR, est traitée par l'estimateur de canal EC et le détecteur de symboles DS.

Selon la technique antérieure, la procédure dite itérative décrite ci-dessus s'arrête après un nombre

d'itérations prédéterminé lorsque les données dans le bloc décodé traitées par le récepteur convergent et deviennent invariantes afin de les fournir aux couches supérieures CS du récepteur et informer ces dernières de la qualité de transmission de la couche physique comprenant les données du bloc décodé. Les performances selon ladite procédure convergent en terme de taux d'erreur par bit BER ("Bit Error Rate", en anglais) et de taux d'erreur par bloc BLER ("Block Error Rate", en anglais), appliqués aux données décodées fournies à la dernière itération.

Le module de pondération MP introduit dans le récepteur RI selon l'invention déstabilise, par exemple sensiblement périodiquement, la procédure itérative classique afin d'éviter une convergence vers un minimum "local" conduisant à une procédure itérative infinie. Le contrôleur de code à redondance cyclique CC contrôle chaque bloc décodé BD à la sortie du module de décodage MD pour y détecter des erreurs. Le module d'arrêt MA en liaison avec le contrôleur CC mémorise des informations fournies par le contrôleur CC afin de diminuer le nombre d'itérations effectuées par le récepteur RI.

Pour  $K$  usagers, le récepteur AMRC multi-usager notamment pour la voie montante dans une station de base traite en parallèle  $K$  blocs ayant des salves codées avec des séquences d'éléments de code d'étalement respectivement attribuées aux usagers et incluant des séquences d'apprentissage  $SA_1$  à  $SA_K$ .

Comme montré schématiquement à la figure 2, le détecteur de symboles DS détecte conjointement, en parallèle, des symboles dans  $K$  salves mélangées reçues  $SLR_1$  à  $SLR_K$  provenant des  $K$  usagers et le module de décodage MD décode en parallèle  $K$  séries de

salves de symboles détectés égalisés  $SLE_1$  à  $SLE_K$  fournies par le détecteur de symboles DS en  $K$  salves  $SLD_1$  à  $SLD_K$ . Pour un usager référencé par l'indice  $k$ , avec  $1 \leq k \leq K$ , les salves décodées successives  $SLD_k$  sans séquence d'apprentissage sont groupées à chaque itération en un bloc binaire décodé  $BD_k$ .

Le bloc binaire décodé  $BD_k$  est réinjecté dans une boucle de retour respective afin de reconstruire des salves respectives  $SLC_k$  en sortie du module de retour MR en fonction de la séquence d'apprentissage respective  $SA_k$  préalablement mémorisée dans le récepteur. Ainsi le récepteur comporte  $K$  boucles de retour parallèles. Dans ces boucles,

le contrôleur CC contrôle en parallèle  $K$  codes à redondance cyclique dans des blocs binaires décodés  $BD_1$  à  $BD_K$  pour y détecter des erreurs,

le module d'arrêt MA mémorise progressivement  $K$  informations fournies par le contrôleur CC,

le module de retour MR reconstruit au moyen de  $K$  chaînes comprenant chacune un codeur de convolution, par exemple un turbo-codeur, un entrelaceur, un modulateur de phase par exemple à quatre états, et un formateur de salve,  $K$  séries de salves de symboles respectives  $SLC_1$  à  $SLC_K$  à partir des blocs décodés  $BD_1$  à  $BD_K$  et des séquences d'apprentissage  $SA_1$  à  $SA_K$  préalablement mémorisées dans le récepteur,

l'estimateur de canal EC estime en parallèle  $K$  estimées de canal  $\tilde{h}_1$  à  $\tilde{h}_K$  définies par les fonctions de transfert des canaux de propagation respectifs pour les  $K$  usagers, et

le module de pondération MP applique en parallèle une même pondération de symbole à  $K$  séries de salves mélangées reçues  $SLR_1$  à  $SLR_K$  dans le détecteur de symboles DS.

Des filtres dans le détecteur de symboles DS sont respectivement adaptés aux séquences d'éléments de code d'étalement respectivement attribuées aux usagers et à la diversité des multiples trajets dans les canaux de propagation dont dépendent les estimées de canal  $\tilde{h}_1$  à  $\tilde{h}_K$ .

En référence à la **figure 3**, le procédé de traitement selon l'invention comprend des étapes E1 à E8 exécutées automatiquement dans le récepteur itératif RI.

L'étape E1 prédéfinit une séquence de pondération Seq que le module de pondération MP prémémorise. La séquence de pondération comprend des coefficients de pondération  $\alpha^{(iter)}$ , tels que  $0 \leq \alpha^{(iter)} \leq 1$ , associés chacun à une itération iter. Au moins l'un des coefficients de la séquence de pondération est sensiblement égal à zéro. Par exemple, pour un nombre d'itérations prédéterminé ITER=14, la séquence de pondération Seq =  $\{\alpha^{(0)}, \alpha^{(1)}, \dots, \alpha^{(14)}\}$  est composée par exemple de coefficients à valeur dure (hard) {0; 1; 1; 1; 1; 0; 1; 1; 1; 1; 0; 1; 1; 1; 1}, ou à valeur souple (soft) {0; 0,7; 0,8; 1; 1; 0,1; 0,8; 0,9; 1; 1; 0,1; 0,8; 0,9; 1; 1}. La séquence de pondération Seq est prédéfinie selon les caractéristiques du canal de propagation pour une adaptation et une optimisation prévues pour les itérations du procédé.

Le coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  prend une valeur proche des bornes de l'intervalle [0,1]. De préférence, comme dans les deux exemples de séquence de pondération ci-dessus, les coefficients de pondération ayant une valeur sensiblement égale à "0" et les coefficients de pondération ayant une valeur sensiblement égale à "1" sont répartis sensiblement

régulièrement dans la séquence de pondération Seq; dans ce cas, la séquence de pondération Seq est dite régulière. En variante, la séquence de pondération Seq est dite irrégulière lorsque les coefficients de pondération ayant une valeur proche de "0" et "1" sont répartis irrégulièrement dans la séquence de pondération Seq. Le coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  est à un premier état lorsqu'il a une valeur différente de "0".

10 Comme décrit précédemment, le récepteur RI reçoit au moins une salve reçue SLR qui est traitée à une itération initiale et reconstruite en une salve SLC qui est appliquée au détecteur de symboles DS et à nouveau analysée et retransmise en tant que salve  
15 décodée SLD d'un bloc décodé par le module de décodage MD pour reconstruire une autre salve SLC dans le module de retour.

Les salves de symboles reconstruites  $SLC_k$  correspondant à un usager k sont associées à un  
20 indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$ , par exemple qui est mémorisé à un premier état logique "0" dans le contrôleur CC et le module d'arrêt MA à l'itération initiale.

A l'étape E2, chaque bloc décodé  $BD_k$  fourni par  
25 le module de décodage MD est contrôlé par le contrôleur de code à redondance cyclique CC avant d'être appliqué au module d'arrêt MA afin de détecter au moins une erreur dans le bloc. Le contrôle du bloc décodé est effectué en recalculant un code à  
30 redondance cyclique sur les bits utiles du bloc et le comparant au code à redondance cyclique extrait du bloc afin de déterminer l'indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$  qui est au premier état logique "0" lorsque le bloc ne contient aucune erreur et à un  
35 deuxième état logique "1" lorsque le bloc contient au

moins une erreur. Le contrôleur CC lit l'état logique de l'indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$  du bloc décodé  $BD_k$  afin de valider le bloc décodé.

Lorsque l'indicateur de contrôle d'erreur  
5  $ICE(BD_k)$  du bloc décodé  $BD_k$  est au deuxième état "1", le bloc décodé est invalidé, et dans le cas contraire, le bloc décodé est validé et le procédé passe de l'étape E2 aux étapes E3 et E4. Lorsque tous les indicateurs de contrôle d'erreur  $ICE(BD_1)$  à  
10  $ICE(BD_K)$  sont au deuxième état "1", le procédé passe de l'étape E2 à l'étape E5.

A l'étape E3, le module d'arrêt MA mémorise le bloc décodé  $BD_k$ , en tant que bloc décodé corrigé  $BC_k$ , lorsque l'indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$   
15 est au premier état "0". Tant qu'au moins un bloc décodé en parallèle au bloc décodé  $BD_k$  et relatif à un autre usager conduit à un indicateur de contrôle d'erreur au deuxième état "1", c'est-à-dire tant que les K indicateurs de contrôle d'erreur  $ICE(BD_1)$  à  
20  $ICE(BD_K)$  ne sont pas au premier état "0", le bloc décodé corrigé  $BC_k$  mémorisé dans le module d'arrêt MA est considéré comme valide et n'est plus contrôlé par le contrôleur CC aux itérations suivantes. En outre, le bloc décodé corrigé  $BC_k$  mémorisé est appliqué par  
25 le module d'arrêt MA au module de retour MR aux itérations suivantes jusqu'à la fin de la procédure itérative. Le bloc décodé corrigé  $BC_k$  présente éventuellement un indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$  au premier état "0" mais n'est plus  
30 considéré par le module d'arrêt MA. Dans ce cas, l'indicateur  $ICE(BD_k)$  est mémorisé en correspondance avec le bloc corrigé  $BD_k$ , indiquant que le bloc décodé  $BD_k$  a été validé par le contrôleur CC. Ainsi, la mémorisation du bloc décodé au fur et à mesure des

itérations assure des résultats corrects qui sont utilisés jusqu'à la fin de la procédure itérative.

A l'étape E4, le module d'arrêt MA lit le nombre de blocs décodés validés par le contrôleur CC pour  
5 les K usagers. Par exemple, le module d'arrêt MA lit les K indicateurs de contrôle d'erreur  $ICE(BD_1)$  à  $ICE(BD_K)$  mémorisés et vérifie si tous ces indicateurs sont au premier état logique "0". Si la condition précédente est réalisée et donc tous les blocs  
10 décodés  $BC_1$  à  $BC_K$  ont été validés par le contrôleur CC, l'étape E8 du procédé est exécutée, et dans le cas contraire, les étapes E5 à E7 sont exécutées.

A l'issue de l'étape E2 lorsque les indicateurs  
15 de contrôle d'erreur  $ICE(BD_k)$  des blocs décodés  $BD_k$  sont au deuxième état "1", ou à l'issue de l'étape E4 lorsque qu'au moins l'un des blocs décodés en parallèle  $BD_1$  à  $BD_K$  présente un indicateur de contrôle d'erreur  $ICE(BD_1)$  à  $ICE(BD_K)$  au deuxième  
20 état "1", comme décrit précédemment, les blocs décodés en parallèle  $BD_1$  à  $BD_K$  dont certains peuvent être des blocs corrigés mémorisés sont transférés en parallèle depuis le module d'arrêt MA au module de retour MR, à l'étape E5. Naturellement, l'étape E5  
25 est exécutée tant que les ITER itérations associées à tous les coefficients de pondération de la séquence pour la série de salves correspondant au bloc décodé ne sont pas réalisées. Le module de retour MR reconstitue dans des salves respectives  $SLC_1$  à  $SLC_K$   
30 la structure d'émission des salves reçues  $SLR_1$  à  $SLR_K$ , notamment en convertissant les bits en symboles par modulation de phase. Le multiplexeur MX en sortie du module de retour MR insère les séquences d'apprentissage pré-mémorisées respectives  $SA_1$  à  $SA_K$   
35 dans les séries de salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$

pour les transmettre en parallèle à l'estimateur de canal EC et au détecteur de symboles DS.

A l'étape E6, le module de pondération MP commande dans le détecteur de symboles DS une  
5 pondération des séries de salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$  par un coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  selon la séquence de pondération Seq. Par exemple, à l'itération  $iter=5$ , les salves reconstruites sont pondérées par le coefficient  $\alpha^{(5)}$ . Le coefficient de  
10 pondération indique la fiabilité avec laquelle le détecteur de symboles DS utilise les salves reconstruites pour réduire les effets d'erreur de propagation, comme les interférences intersymboles ISI et les interférences d'accès multiple MAI. Plus  
15 le coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  est proche de la valeur dure "1", plus la confiance portée aux salves reconstruites est élevée.

A l'étape E7, le détecteur de symboles DS pondère les salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$  par le  
20 coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$ , lorsque le coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  pour une itération est au premier état et donc est différent de 0. Aussi bien à l'itération initiale qu'aux itérations suivantes l'estimateur de canal EC fonctionne sans  
25 relâche et les salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$  lui sont appliquées à chaque itération suivante pour produire de nouvelles estimées de canal  $\tilde{h}_1$  à  $\tilde{h}_K$  au détecteur de symboles DS.

Lorsque  $\alpha^{(iter)} = 0$ , le module de pondération MP  
30 commande le multiplexeur MX pour qu'au moins les symboles utiles dans les salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$  ne soient pas transmis au détecteur de symboles DS, ce qui constitue une opération de "relâche" dite à "décision dure" : le détecteur de symboles DS  
35 traite comme à l'itération initiale les salves reçues

SLR<sub>1</sub> à SLR<sub>K</sub> et les séquences d'apprentissage  
 pré-mémorisées SA<sub>1</sub> à SA<sub>K</sub> à la place des salves  
 reconstruites, mais aussi de nouvelles estimées de  
 canal transmises par l'estimateur de canal EC.  
 5 Lorsque le coefficient de pondération  $\alpha^{(iter)}$  a une  
 valeur comprise entre 0 et 1, l'opération de  
 "relâche" est dite à "décision souple". Le détecteur  
 de symboles DS fonctionne alors de la manière  
 suivante.

10 L'un des signaux reçus par le détecteur de  
 symboles DS, correspondant à une salve reçue SLR pour  
 un usager k à un instant donné, est exprimé par  
 exemple sous la forme :  $r = s + I + n$ , où s est la  
 partie du signal proprement dite, I est la somme de  
 15 l'interférence intersymboles ISI et de l'interférence  
 d'accès multiple MAI, et n est le bruit gaussien,  
 dans le cas d'un récepteur AMRC à l'itération  
 initiale. Si le détecteur de symboles DS est un  
 détecteur à annulation d'interférence dans lequel on  
 20 soustrait à un symbole traité dans une voie de  
 propagation les interférences dans les autres voies  
 de propagation, le signal, suite à l'annulation  
 d'interférence après un nombre iter d'itérations,  
 prend la forme :  $r^{(iter)} = r - \alpha^{(iter)} \hat{I}^{(iter)}$ .  $\hat{I}^{(iter)}$   
 25 correspond à la somme des interférences à laquelle  
 est appliqué le coefficient de pondération et qui est  
 estimée dans le détecteur DS à partir de la série de  
 salves SLC<sub>1</sub> à SLC<sub>K</sub> reconstruites à chaque itération.  
 Ainsi, lorsque  $\alpha^{(iter)} = 0$ , le signal après  
 30 l'annulation, reprend la forme du signal reçu à  
 l'itération initiale, après un nombre d'itérations  
 iter, puisque  $r^{(iter)} = r$ .

Le traitement itératif du détecteur de symboles  
 a classiquement pour but de trouver un "minimum  
 35 global" qui correspond aux meilleures performances du

récepteur. Or, pour un critère d'optimisation donné, il existe toujours un "minimum local" qui correspond à certaines performances du récepteur. De manière générale, la procédure itérative du détecteur de symboles converge et se stabilise sur des minimums locaux. En effet, lorsqu'un bloc décodé présente un certain taux d'erreurs, le détecteur de symboles propage ces erreurs puisque l'analyse des salves reconstruites dans le détecteur DS est erronée et les erreurs sont prises en compte à chaque itération. Le traitement itératif converge alors vers un "minimum local", correspondant audit taux d'erreur. L'opération de "relâche" ainsi donne plus de liberté à la convergence de la procédure itérative ce qui évite la retenue définitive de blocs erronés.

Les salves reconstruites  $SLC_1$  à  $SLC_K$  analysées dans le détecteur de symboles sont alors transmises au module de décodage MD puis au contrôleur CC après l'étape E7 pour exécuter de nouveau l'étape E2 à l'itération suivante.

A l'étape E8, lorsque tous les blocs binaires décodés  $BD_1$  à  $BD_K$  ont été validés par le contrôleur CC en blocs corrigés  $BC_1$  à  $BC_K$  mémorisés dans le module d'arrêt MA, tous les indicateurs de contrôle d'erreur  $ICE(BD_1)$  à  $ICE(BD_K)$  étant au premier état "0", la procédure itérative est terminée et le module d'arrêt MA transmet les blocs corrigés  $BC_1$  à  $BC_K$  aux couches supérieures CS du récepteur.

Ainsi, la fin de la procédure itérative est déterminée par le contrôleur CC et le nombre d'itérations effectif est nécessairement inférieur ou égal au nombre d'itérations prédéterminé ITER. En outre, à l'issue de l'étape E8, le module d'arrêt commande la réinitialisation du récepteur RI, notamment de la séquence de pondération Seq dans le

module de pondération MP, afin de traiter un nouvel ensemble de séries de salves reçues mélangées  $SLR_1$  à  $SLR_K$  et donc de blocs décodés parallèles  $BD_1$  à  $BD_K$ .

5           En référence aux **figures 4 et 5**, le récepteur selon l'invention est un récepteur ARMC synchrone à répartition dans le temps conforme au mode TDD (Time Division Duplex) de l'UMTS. La procédure itérative utilise le principe de la séparation d'observation  
10 OS, décrite dans l'article de Yi Yuan-WU et al. intitulé "An Iterative Channel Estimation and Interference Cancellation Procedure with Partial Decoupling of Observation for Coded Transmission", VTC04 Spring, 17-19 mai 2004. Le détecteur de  
15 symboles utilise un filtrage adapté à l'itération initiale ( $iter=0$ ) et l'annulation d'interférence suivie d'un filtrage adapté aux itérations suivantes ( $iter>0$ ). L'estimateur de canal EC utilise une opération connue de pseudo-inversion qui fournit une  
20 estimée de canal par symbole. Les caractéristiques des services testés et du récepteur considéré sont les suivantes :

- liaison montante (mobiles vers station de base);
- 25       - débit 12,2 kbit/s;
- environnement de propagation : canal du type "ITU Vehicular\_A";
- vitesse relative entre un terminal mobile et une station de base :  $v = 3$  km/h;
- 30       - longueur du canal supposée :  $w = 57$  éléments de code (chips);
- facteur d'étalement des codes ARMC :  $Q = 8$ .

Les courbes de la figure 4 représentent le taux  
35 d'erreur par bloc (BLER) en fonction du rapport

signal à bruit ( $E_b/N_0$ ) avec un nombre d'usager  $K$  égal à 1, 4 et 8 respectivement de bas en haut, selon des procédures itératives avec ou sans opération de "relâche" à décision dure. La courbe en petits pointillés (avec annotation `single_user_data_known`) représente le cas idéal où l'estimateur de canal reçoit des données sans erreur. Par souci de simplification, les performances de procédure désignent dans la suite les performances de la procédure itérative selon le taux d'erreur par bloc appliquée au récepteur selon l'invention.

Pour  $K=1$ , le nombre d'itérations prédéterminé est  $ITER=26$  et l'opération de "relâche" est effectuée régulièrement après 8 itérations. Les cinq points de mesure représentés par des croix droites (annotés par `RL8_26`) correspondent aux performances de procédure avec des opérations de "relâche". La courbe en longs pointillés correspond aux performances de procédure sans opération de "relâche".

Pour  $K=4$ , le nombre d'itérations prédéterminé est  $ITER=44$  et l'opération de "relâche" est effectuée régulièrement après 8 itérations. Les six points de mesure représentés par des étoiles (annotés par `RL8_44`) correspondent aux performances de procédure avec des opérations de "relâche". La courbe en trait continu correspond aux performances de procédure sans opération de "relâche".

Pour  $K=8$ , le nombre d'itérations prédéterminé est  $ITER=90$  et l'opération de "relâche" est effectuée régulièrement après 12 itérations. Les sept points de mesure représentés par des croix droites (annotés par `RL12_90`) correspondent aux performances de procédure avec des opérations de "relâche". La courbe en pointillés alternés correspond aux performances de procédure sans opération de "relâche".

Le taux d'erreur par bloc pour  $K=1$  est très proche de celui pour le cas idéal de données sans erreur et le procédé selon l'invention procure un gain d'environ 0,2 dB sur le rapport signal à bruit par rapport à la procédure connue de séparation d'observation. Pour  $K=4$ , le procédé selon l'invention procure un gain de 0,2 à 0,4 dB. Pour  $K=8$ , le gain obtenu est de 0,3 à 0,6 dB.

Les courbes de la figure 5 représentent le taux d'erreur par bit (BER) en fonction du rapport signal à bruit ( $E_b/N_0$ ), d'une manière analogue aux courbes de la figure 4. De même, pour  $K=1$ , le procédé selon l'invention procure un gain d'environ 0,2 dB sur le rapport signal à bruit par rapport à la procédure connue de séparation d'observation. Pour  $K=4$ , le procédé selon l'invention procure un gain de 0,2 à 0,3 dB. Pour  $K=8$ , le gain obtenu est de 0,2 à 0,5 dB.

Le procédé selon l'invention diminue les itérations et donc globalement le temps de simulation du récepteur. Par exemple pour  $K=8$ , l'opération de "relâche" diminue le temps de simulation d'environ 12 fois par rapport à la procédure de séparation d'observation.

L'invention décrite ici concerne un récepteur et un procédé pour traiter itérativement des séries de salves de symboles reçues de manière à pondérer les itérations de traitement notamment au niveau de la détection de symboles. Selon une implémentation préférée, les étapes du procédé de l'invention sont déterminées par les instructions d'un programme d'ordinateur incorporé dans un récepteur, tel que le récepteur RI. Le programme comporte des instructions de programme qui, lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans le récepteur dont le fonctionnement

est alors commandé par l'exécution du programme, réalisent les étapes du procédé selon l'invention.

En conséquence, l'invention s'applique également à un programme d'ordinateur, notamment un programme  
5 d'ordinateur sur ou dans un support d'informations, adapté à mettre en œuvre 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  
10 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.

Le support d'informations peut être n'importe  
15 quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage ou support d'enregistrement, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique ou une clé USB, ou encore  
20 un moyen 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  
25 câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type internet.

Alternativement, le support d'informations peut  
30 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 selon l'invention.

**REVENDEICATIONS**

1 - Récepteur de radiocommunication recevant des séries de salves de symboles (SLR), chaque salve  
5 incluant une séquence d'apprentissage, le récepteur comprenant un moyen de détection (DS) pour détecter des symboles dans les salves reçues, un moyen de décodage (MD) pour décoder chaque série de salves de symboles détectés en un bloc décodé incluant un code  
10 à redondance cyclique, un moyen de retour (MR) pour construire itérativement une série de salves reconstruites (SLC) en fonction du bloc décodé et d'une séquence d'apprentissage prémémorisée, et un estimateur de canal (EC) déterminant itérativement  
15 une estimée de canal en fonction de la série de salves reçues, de la série de salves reconstruites et de la séquence d'apprentissage prémémorisée afin d'améliorer la détection des symboles dans les salves reconstruites en fonction de l'estimée de canal,  
20 caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen (MP) pour prémémoriser une séquence prédéfinie (Seq) de coefficients de pondération ( $\alpha^{(iter)}$ ) associés chacun à une itération (iter), l'un des coefficients de pondération étant  
25 sensiblement égal à zéro, et

un moyen (MP) pour commander dans le moyen pour détecter des symboles (DS) une pondération de série de salves reconstruites (SLC) par le coefficient de pondération associé à chaque itération relative à une  
30 série de salves reçues (SLR).

2 - Récepteur conforme à la revendication 1, comprenant en outre :

un moyen de contrôle de code à redondance cyclique (CC) pour détecter au moins une erreur dans chaque bloc décodé par le moyen de décodage,

5 un moyen (MA) pour appliquer le bloc décodé au moyen de retour (MR) tant que le bloc contient au moins une erreur et tant que les itérations associées à tous les coefficients de pondération de la séquence pour la série de salves correspondant au bloc décodé ne sont pas réalisées, et

10 un moyen (MA) pour arrêter le contrôle du bloc décodé dans le moyen de contrôle et mémoriser le bloc décodé lorsque le bloc ne contient aucune erreur.

3 - Récepteur conforme à la revendication 2,  
15 caractérisé en ce qu'il comprend en parallèle pour des séries de salves de symboles reçues (SLR<sub>1</sub>-SLR<sub>K</sub>) respectivement rattachées à plusieurs usagers, des moyens de détection de symboles (DS), des moyens de décodage de séries de salves de symboles détectés  
20 (MD), des moyens de contrôle de code à redondance cyclique (CC) pour détecter des erreurs dans les blocs décodés, des moyens (MA) pour arrêter des itérations et mémoriser des blocs décodés, des moyens de retour (MR) pour construire itérativement des  
25 séries de salves reconstruites respectivement en fonction des blocs décodés et de séquences d'apprentissage prémémorisées et appliquer les séries de salves reconstruites à l'estimateur de canal (EC) et aux moyens de contrôle,

30 en ce que chaque moyen de contrôle (CC) ne détecte plus au moins une erreur dans les blocs décodés relatifs à une série de salves de symboles dès qu'un bloc décodé relatif à ladite série de salves de symboles ne contient aucune erreur et tant

qu'au moins une erreur est détectée dans un autre bloc décodé, et

5 en ce que les moyens pour arrêter (MA) transmettent les blocs décodés mémorisés ( $BC_1$  à  $BC_K$ ) à des couches supérieures (CS) du récepteur lorsque tous les blocs ne contiennent aucune erreur.

10 4 - Récepteur conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens pour arrêter (MA) transmettent les blocs décodés mémorisés ( $BC_1$  à  $BC_K$ ) aux couches supérieures (CS) du récepteur en outre lorsque le nombre d'itérations pour les blocs décodés atteint un nombre d'itérations prédéterminé.

15 5 - Procédé pour traiter itérativement des séries de salves de symboles reçues (SLR) incluant chacune une séquence d'apprentissage dans un récepteur de radiocommunication (RI), comprenant une détection des symboles dans les salves reçues, un  
20 décodage de chaque série de salves de symboles détectés en un bloc décodé incluant un code à redondance cyclique, une construction itérative d'une série de salves reconstruites (SLC) en fonction du bloc décodé et d'une séquence d'apprentissage  
25 prémémorisée, et une estimation itérative d'une estimée de canal en fonction de la série de salves reçues, de la série de salves reconstruites et de la séquence d'apprentissage prémémorisée afin  
30 d'améliorer la détection des symboles dans les salves reconstruites en fonction de l'estimée de canal, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de :

pour toutes les séries de symboles reçues, prémémoriser (E1) une séquence prédéfinie (Seq) de coefficients de pondération ( $\alpha^{(iter)}$ ) associés chacun

à une itération (iter), l'un des coefficients de pondération étant sensiblement égal à zéro, et

pour chaque itération, commander (E6, E7) pour la détection des symboles une pondération de série de salves reconstruites (SLC) par le coefficient de  
5 pondération associé à ladite itération.

6 - Procédé conforme à la revendication 5, selon lequel chaque coefficient de pondération est appliqué  
10 sur une somme d'interférences estimées à partir de la série de salves reconstruites (SLC<sub>k</sub>) à chaque itération.

7 - Procédé conforme à la revendication 5, selon lequel, lorsque le coefficient de pondération associé à une itération est égal à zéro, seulement la séquence d'apprentissage prémémorisée est considérée à la place des salves reconstruites dans la détection des symboles.  
20

8 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 7, comprenant en outre les étapes de :

détecter (E2) au moins une erreur pour chaque bloc décodé,  
25

appliquer (E5) le bloc décodé (BD<sub>k</sub>(SLD<sub>k</sub>)) à la construction itérative de série de salves reconstruites tant que le bloc contient au moins une erreur et tant que les itérations associées à tous les coefficients de pondération de la séquence pour la série de salves correspondant au bloc décodé ne sont pas réalisées, et  
30

arrêter (E3) le contrôle du bloc décodé et mémoriser le bloc décodé lorsque le bloc ne contient aucune erreur.  
35

9 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 8, selon lequel les coefficients de pondération sont compris entre "0" et "1", et les coefficients de pondération sont répartis sensiblement régulièrement dans la séquence de pondération (Seq).

10 - Programme d'ordinateur pour traiter itérativement des séries de salves de symboles reçues (SLR) incluant chacune une séquence d'apprentissage dans un récepteur de radiocommunication (RI), exécutant des étapes de détecter des symboles dans les salves reçues, décoder chaque série de salves de symboles détectés en un bloc décodé incluant un code à redondance cyclique, construire itérativement une série de salves reconstruites (SLC) en fonction du bloc décodé et d'une séquence d'apprentissage prémémorisée, et déterminer itérativement une estimée de canal en fonction de la série de salves reçues, de la série de salves reconstruites et de la séquence d'apprentissage prémémorisée afin d'améliorer la détection des symboles dans les salves reconstruites en fonction de l'estimée de canal,

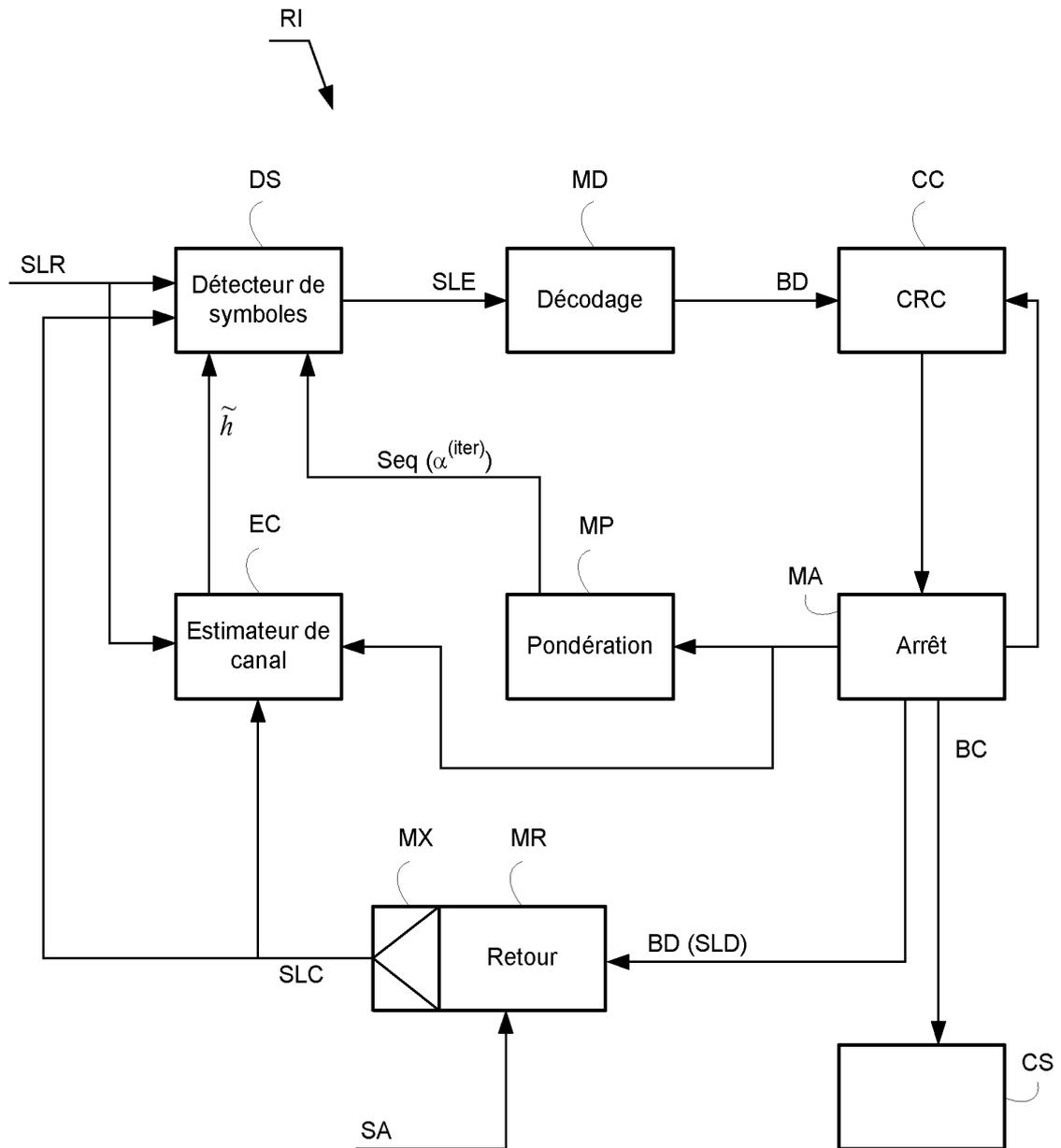
25 ledit programme comportant des instructions de programme qui lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans le récepteur (RI), réalisent les étapes de :

30 pour toutes les séries de symboles reçues, prémémoriser (E1) une séquence prédéfinie (Seq) de coefficients de pondération ( $\alpha^{(iter)}$ ) associés chacun à une itération (iter), l'un des coefficients de pondération étant sensiblement égal à zéro, et

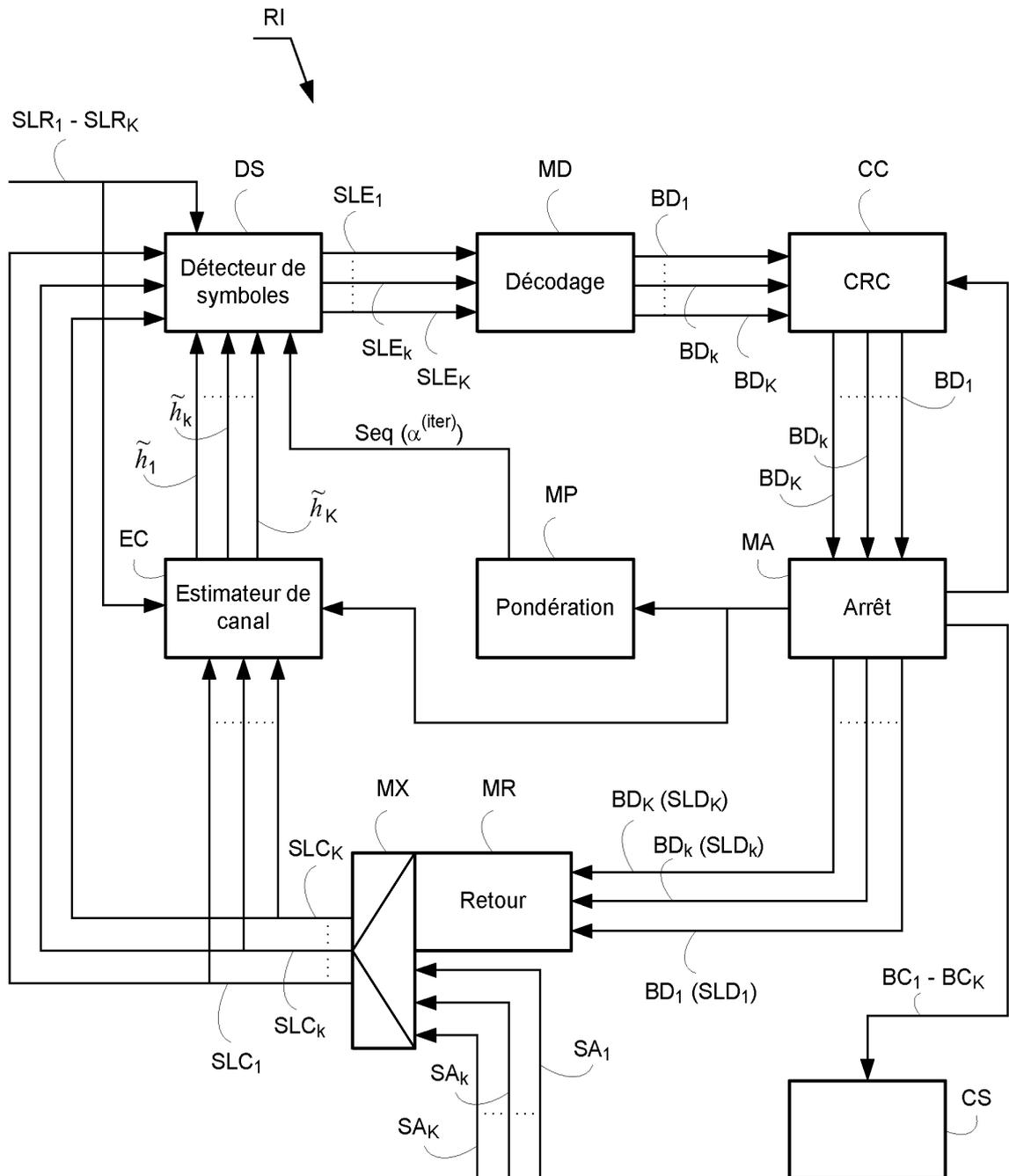
35 pour chaque itération, commander (E6, E7) pour la détection des symboles une pondération de série de

salves reconstruites (SLC) par le coefficient de pondération associé à ladite itération.

11 - Support d'informations comportant des  
5 instructions de programme adaptées à la mise en œuvre  
d'un procédé pour traiter itérativement des séries de  
salves de symboles reçues (SLR) incluant chacune une  
séquence d'apprentissage dans un récepteur de  
radiocommunication (RI) selon l'une des  
10 revendications 5 à 9, lorsque ledit programme est  
chargé et exécuté dans le récepteur de  
radiocommunication.

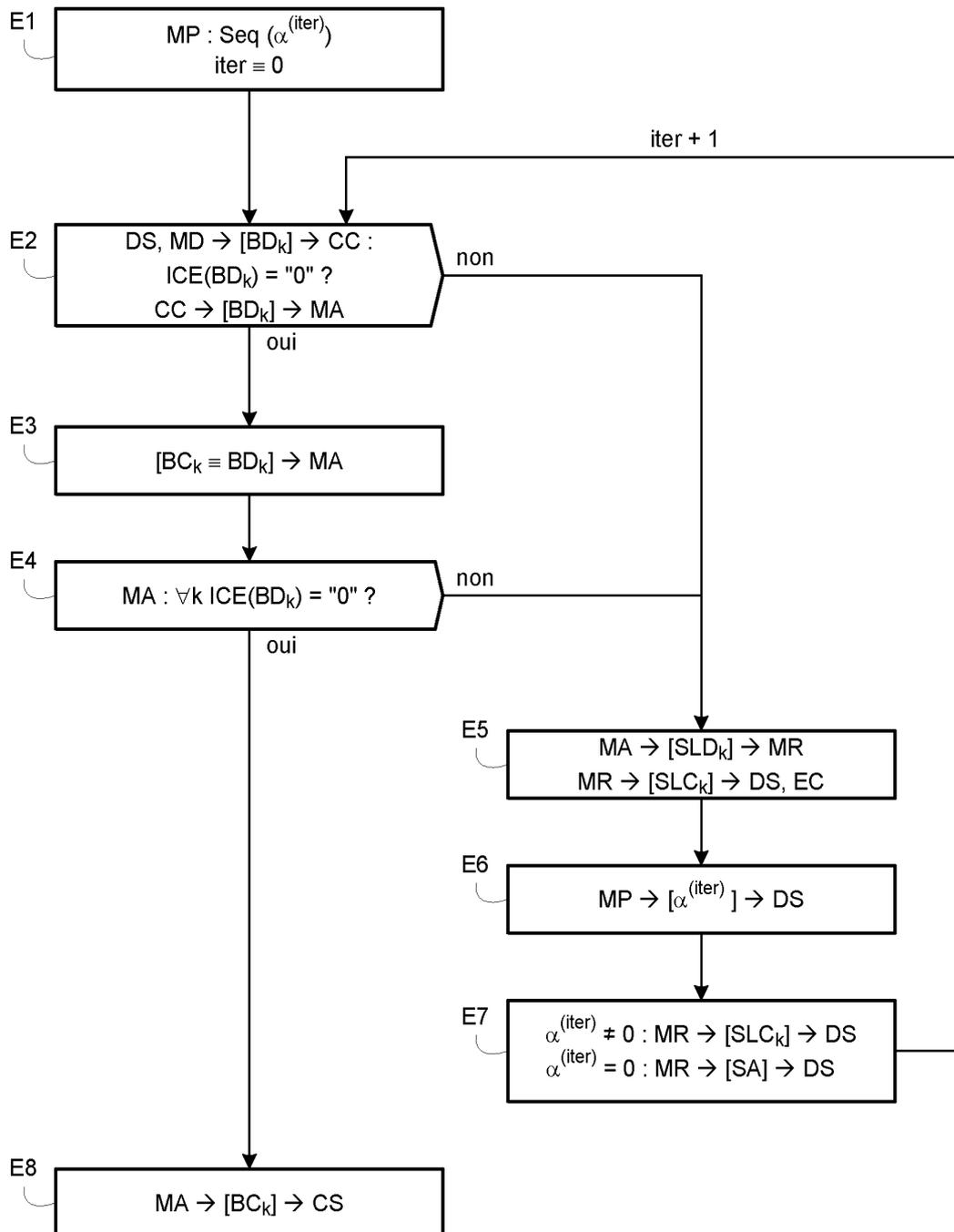
1/4  
FIG. 1

2/4  
FIG. 2



3/4

FIG. 3



4/4

FIG. 4

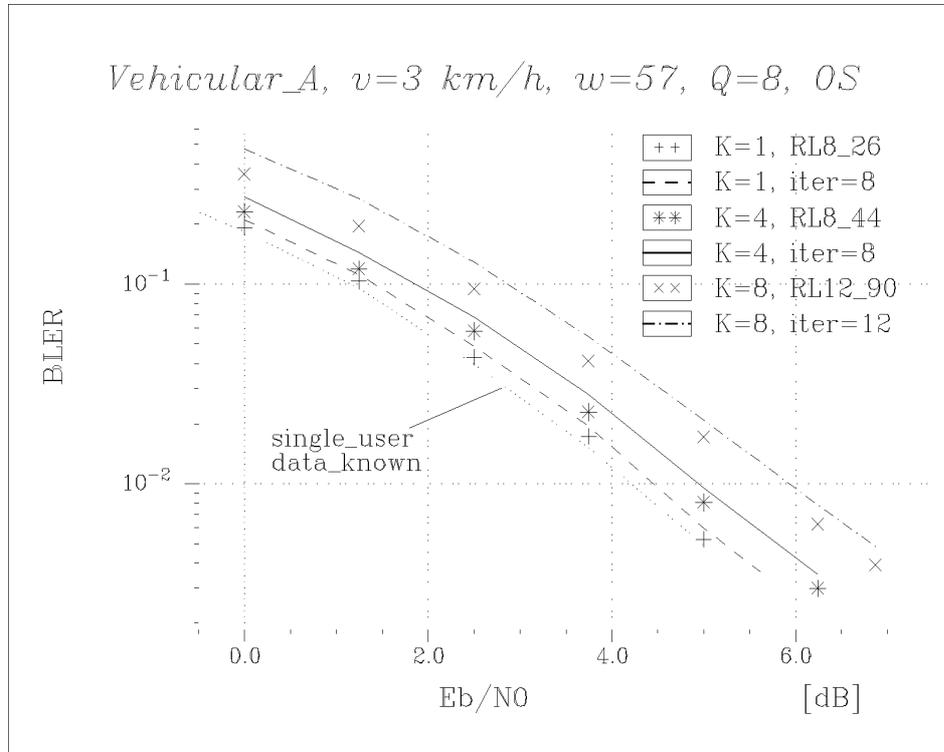
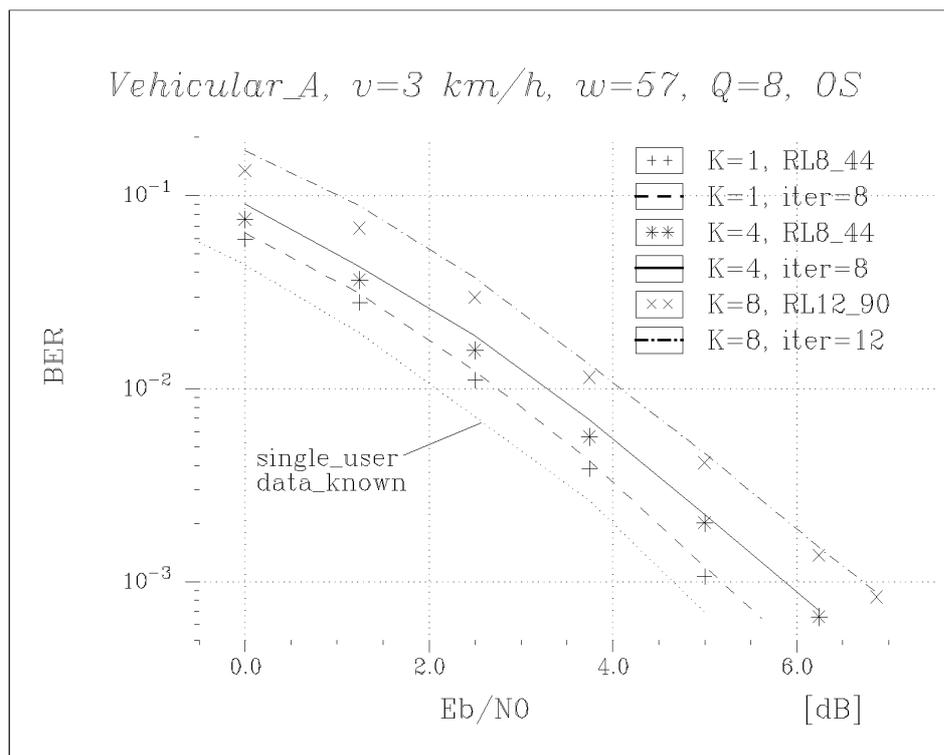


FIG. 5





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 666147  
FR 0551784

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	WO 01/89164 A (FRANCE TELECOM) 22 novembre 2001 (2001-11-22) * abrégé *	1-11	H04B7/005
A	US 2002/003846 A1 (KHAYRALLAH ALI S ET AL) 10 janvier 2002 (2002-01-10) * abrégé *	1-11	
A	US 6 671 338 B1 (GAMAL HESHAM EL ET AL) 30 décembre 2003 (2003-12-30) * abrégé *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04L
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		23 février 2006	Bernardini, A
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0551784 FA 666147**

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 23-02-2006

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
WO 0189164 A	22-11-2001	EP 1282968 A1	12-02-2003
		FR 2809249 A1	23-11-2001
		JP 2003533945 T	11-11-2003
		US 6993070 B1	31-01-2006
-----			
US 2002003846 A1	10-01-2002	AU 6465301 A	17-12-2001
		CN 1446417 A	01-10-2003
		EP 1290821 A2	12-03-2003
		TW 223527 B	01-11-2004
		WO 0195549 A2	13-12-2001
		US 6697441 B1	24-02-2004
-----			
US 6671338 B1	30-12-2003	US 2002110206 A1	15-08-2002
-----			