

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira



Faculté des sciences et des sciences appliquées
Département de Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **Télécommunication**

Option : **Systèmes des Télécommunications**

Thème

***Application des chaines de Markov dans la gestion d'accès
aux réseaux de télécommunication***

Réalisé Par : -Nemmouche Sarah
-Nedjadi Fazia

Devant le jury composé de :

Dr.Dib Riad

Dr.Boucenna Mohamed Lamine

Dr.Smail Houeria

Président

Encadreur

Examineur

Année universitaire : 2020-2021

Remerciement

Nous remercions Allah le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience pour l'accomplissement de ce travail.

Nous remercions les chers parents qui nous ont donné la volonté pour la réussite de ce travail.

*Nous exprimant tous nos gratitude à Dr
BOUCENNA Mohamed Lamine,
Pour sa patience et leurs idées ,sa persévérance
dans le suivi.*

*Nous adresse également nos remerciements, à
Me Djedou Mustapha pour leurs idées.*

*Nous remercions très sincèrement, les
membres de jury d'avoir bien voulu Accepter
de faire partie de la commission
d'examineur.*

Dédicace

Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné le courage et la volonté. Ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chères : à Celui qui m'a soutenu tout au long de ma vie scolaire, à Celui qui n'a jamais épargner un effort

Pour mon bien, Mon cher père .A celle qui est toujours à coté de mon cœur, à celle qui m'a appris le vrai Sens de la vie, à celle qui n'a hésité aucun moment à m'encouragé Ma Chère mère.

A mes frères et sœurs

A tous mes amis Surtout AISSOU qui ma très encourager à réaliser ce travaille.

A ma binôme Fazia .

Sarah

Dédécas

Je dédie ce travail,

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes frères, mes grands parents et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A ma chère binôme Sarah.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

Nous tenons à exprimer en notre gratitude et nos sincères remerciements, à notre encadreur monsieur BOUCENNA M. Lamine, merci de nous avoir encadrées, soutenues et si bien orientées tout au long de ce modeste projet.

Nous remercions les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail et aussi pour leurs attentions et les intérêts portés envers notre travail.

FAZIA

Table des Matières

Sommaire.....	i
Liste des Figures	iv
Liste D'abréviations.....	v
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : RESEAUX SANS FILS ET METHODES D'ACCES	
I- Introduction.....	4
I-1-Définition des Réseaux Sans Fils.....	4
I-2-Types des Réseaux Sans Fils	4
I-2-1-Les Réseaux Personnel (WPAN)	5
I-2-2-Les Réseaux Locaux (WLAN).....	6
I-2-3-les Réseaux Métropolitaines (WMAN).....	6
I-2-4-Réseaux Sans Fils a Grande Distances (WWAN).....	6
I-3-Le Modèles OSI	7
I-3-1-Les Couches de Modèles OSI	7
I-3-2-La Sous -Couches MAC.....	8
I-4-Les Méthodes d'accès aux Réseaux Sans Fils	8
I-4-1-Les Méthodes d'accès Aléatoire	9
I-4-1-1-ALOHA.....	10
I-4-1-2-Slotted ALOHA.....	10
I-4-1-3-ALOHA avec Résistions des Collision	11
I-4-1-4-Accès Aléatoire avec écoute de la Porteuse	12
I-4-1-4-1-Méthodes CSMA/CD.....	14
I-4-1-4-2-Méthodes CSMA/CR.....	15
I-4-1-4-3-Méthodes CSMA/CA.....	15
I-4-2-les Protocoles d'accès Fixe.....	15
I-4-2-1-FDMA	15
I-4-2-2-TDMA.....	16
I-4-2-3-CDMA.....	16
I-5-Comparaison entre ALOHA et CSMA.....	16
I-6-conclusion	16
CHAPITRE II : LES CHAINES DE MARKOV	
II-1-Introduction.....	18

II-2-Processus de Markov.....	18
II-2-1-Définition	18
II-2-2-Propriété	18
II-3-Exemple de Processus de Markov.....	19
II-4-La Matrice de Transition.....	19
II-4-1-Exemples de Matrice de Transition.....	20
II-5-Le graphe de la Matrice de Transition.....	20
II-6- La Matrice Stochastique.....	21
II-7-chaîne de Markov Homogène.....	22
II-8-Loi d'une Chaîne de Markov.....	22
II-9-chaînes de Markov Sur un Ensemble Fini.....	23
II-9-1-Chaîne de Markov Irréductibles	23
II-9-1-1-Définition.....	23
II-9-1-2-Exemples	24
II-9-2-chaîne de Markov Réversible.....	24
II-9-2-1-Définition	24
II-9-3-Chaîne de Markov absorbant	24
II-9-3-1-Définition.....	24
II-10-Chaîne de Markov a tempe-Discrete	25
II-10-1-Définition.....	25
II-10-2-Exemples.....	25
II-11-conclusion	26
 CHAPITRE III : ETUDES DE SLOTTED ALOHA AVEC LES CHAINES DEMARKOV	
II-1-Introduction.....	28
III-2- Les technique Aloha et Slotted –Aloha.....	28
III-2-1- Slotted Aloha.....	28
III-3-Aloha (pure).....	29
III-3-1-Le débit utile (S).....	29
III-3-2-Le délai d'accès (W).....	29
III-4-Slotted –Aloha.....	30
III-4-1-le débit utile(S).....	30
III-4-2-le délai d'accès.....	31

III-5- Modélisation de l'ALOHA discrétisé par les chaînes Markov.....	31
III-5-1- Le flux d'arrivée et de retransmission.....	32
III-5-2- Les états des probabilités de transition.....	32
III-5-3- L'état stationnaire (stable).....	35
III-5-4- Les performances du système optimisé.....	35
III-6- Résultats et interprétations.....	36
III-7- conclusion.....	38
CONCLUSION GENERAL.....	39

Liste des figures

- Figure I-1** : Classifications des réseaux sans fils.
- Figure I-2** : Le modèle OSI.
- Figure I-3** : Classification des multiples accès protocoles.
- Figure I-4** : Mécanisme de collision dans ALOHA.
- Figure I-5** : Mécanisme de collision dans slotted ALOHA
- Figure I-6** : Principe de CSMA p-persistent.
- Figure I-7** : Principe de CSMA 1-persistent.
- Figure I-8** : Principe de CSMA non- persistent.
- Figure II-1** :Le graphe de la matrice P.
- Figure II-2**: Le graphe de la matrice de transition.
- Figure II-3** : Le graphe de la matrice Stochastique P. .
- Figure II-4** : Le graphe de la matrice P de loi de chaine de Markov.
- Figure II-5** : le graphe de la matrice irréductible P.
- Figure II-6** : Le graphe de la matrice d'exemple beau-pluie.
- Figure III-1** : La matrice de transition du système sous MATLAB.
- Figure III-2** : La probabilité de retransmission par slot.
- Figure III-3** : La probabilité d'arrivé par slot.

Liste des abréviations

ACK: Acknowledge

BTS: **B**ase **T**ransceiver **S**tation.

CSMA: **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess

CSMA/CD: **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess/**C**ollision **D**etection

CSMA/CA: **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess /**C**ollision **A**voidance

CSMA/CR: **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess /**C**ollision **A**voidance

DIFS: **D**istributed **I**nter **F**rame **S**pace

EIFS: **E**xtended **I**nter **F**rame **S**pace

FDMA: **F**requency **D**ivision **M**ultiple **A**ccess

FDD: **F**requency **D**ivision **D**uplex

GSM: **G**lobal **S**ystem for **M**obile

GPRS: **G**eneral **P**acket **R**adio **S**ervice

HomeRF: **H**ome **R**adio **F**requency.

Hiperlan2: **H**igh **P**erformance **R**adio **L**AN 2.0.

MAC: **M**edium **A**ccess **C**ontrol.

MBWA: **M**anagement **B**y **W**andering **A**round.

OSI: **O**pen **S**ystem **I**nterconnexion.

PDA: **P**arenteral **D**rug **A**ssociation.

PIFS: **P**oint **C**oordination **I**nter **F**rame **S**pace

RTC: **R**equest **T**o **S**end.

SIFS: **S**hort **I**nter **F**rame **S**pace.

TDMA: **T**ime **D**ivision **M**ultiple **A**ccess.

TDD: **T**ime **D**ivision **D**uplex.

UMTS: **U**niversal **M**obile **T**elecommunication **S**ysteme.

WPAN: **W**ireless **P**ersonal **A**rea **N**etworks.

WLAN: **W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etworks.

Wi-Fi: **W**ireless **F**idelity.

WMAN: **W**ireless **M**etropolitan **A**rea **N**etworks.

WiMax: **W**orldwide **I**nteroperability for **M**icrowave **A**ccess

WWAN: **W**ireless **W**ide **A**rea **N**etworks.

WCDMA: **W**ide **B**and **C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess.

Introduction Général

Aujourd'hui l'essor de technologies sans fils, offre de nouvelles perspectives dans le domaine de télécommunication. Plusieurs services dans des différents domaines s'effectuent essentiellement à base des réseaux sans fils comme les services de navigation, localisation, surveillance, contrôle et d'autres. Ces réseaux sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques au lieu des câbles habituels. Aussi, les réseaux de communication qui assurent le partage des données entre les différents utilisateurs, c'est le sujet actuel de plusieurs recherches et développements scientifiques dans l'objectif d'optimiser ce partage de communication.

En effet, l'accès au support de communication fait l'un des sujets critiques de la recherche scientifique actuelle. Ceci est dû principalement à son rôle crucial dans la gestion des transferts des données entre les différents usagers, et pour donner la chance aux transmissions qui ne sont pas toujours réussies (les données qui rentrent à chaque fois en collision), qu'elles soient retransmises selon des mécanismes spéciaux (protocoles) employés au niveau de la couche MAC (Médium Access Control) lors de cet accès au médium.

Les protocoles MAC pour l'accès au canal de communication se regroupent généralement sous deux grandes familles, les protocoles fixes et les protocoles aléatoires, que chacune de ces familles a son domaine et conditions d'utilisation qui priorisent son application. Les communications sans fils et afin de gagner le temps de propagation sur tout dans les communications satellitaires qui est considéré long par rapport aux autres réseaux sans fil utilisent au départ, des techniques d'accès aléatoire pour réserver le canal. Tel que, les protocoles aléatoires qui se caractérisent par un accès rapide et non compliqué qui peut être très utile dans les communications à longues distances qui coutent des délais de propagation plus importants. Les deux grande familles visent à augmenter le nombre d'utilisateurs et au même temps de minimiser le taux de collision, et avoir des états stable dans le réseau.

Le travail présent comporte une étude détaillée sur la gestion d'accès aux réseaux de télécommunication et cherche comment avoir un nombre d'utilisateur important avec des collisions très faible a base des protocoles a accès aléatoire, en faisant intervenir les chaines de Markov, afin d'assurer une gestion d'accès plus intelligente et un service continue et plus stable des réseaux satellitaires. Le mémoire est structuré de la manière suivante :

Dans **le premier chapitre** : nous présentons un état de l'art sur les réseaux de communications sans fils où nous discutons leurs types, modèles de conception, couches des

Introduction Général

différents modèles et la sous couche MAC, aussi, nous étudions les protocoles d'accès en décrivant leurs différents types et caractéristiques.

Le second chapitre : présente une étude détaillée sur les chaînes de Markov, leurs propriétés et caractéristiques en donnant des exemples pour mieux expliquer l'idée voulue. Nous présentons aussi les différentes chaînes de Markov dans un ensemble fini.

Le troisième chapitre : Contient des explications sur les deux protocoles d'accès ALOHA et ALOHA slotted, et comment on a appliqué les chaînes de Markov pour étudier le problème de conflit au niveau de l'accès au support de communication.

Chapitre I : Réseaux sans fils

Et Méthodes d'accès

I -1-introduction :

Un réseau sans fils est un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fils un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité». Les réseaux sans fils sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques au lieu des câbles habituels. Les réseaux sans fils permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires.

Les réseaux locaux sans fils nécessitent un partage du support entre les différents utilisateurs. Les constructeurs informatiques ont proposé de nombreuses techniques d'accès regroupées en deux grandes familles : les unes accès aléatoire, les autres à accès déterministe (fixe). Dans les techniques à accès aléatoire, chaque équipement émet ses données sans se soucier des besoins des autres. Plusieurs variantes sont fondées sur ce principe. Dans les techniques fixes, l'accès au support se fait à tour de rôle. L'accès est soit fixé a priori (indépendamment de l'activité des équipements), soit dynamiquement (en fonction de leur activité).

I-2-Définition d'un réseau sans fil :

Un réseau sans fil ou wireless network est un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire en utilisant des ondes radio électriques. Un réseau sans fil est un réseau informatique qui connecte différents postes (Ordinateur, lap top, PDA, Caméra wifi, etc.) entre eux par ondes radio. Il est constitué d'une station de base (BTS) avec une couverture de type Point à Point ou Point – Multipoint dit cellulaire. Ce dernier type utilisé dans la plus part des réseaux locaux permet de desservir un ensemble d'abonnés d'une zone prédéfinie. Les liaisons hertziennes de la BTS vers les abonnés sont dites voies descendantes (downstream) tandis que les voies montantes (upstream) désignent les liaisons des abonnés vers la BTS [2,3].

I-3- Les Type des Réseaux Sans Fils :

Une première distinction entre les réseaux sans fils dépend de leur champ d'action. Suivant leur portée, selon le périmètre géographique offrant une connectivité (appelé zone de couverture)



Figure I-1 : classifications des réseaux sans fils [4].

I-3-1-Le Réseau Personnel Sans Fil (WPAN) :

Les réseaux personnels sans fil (WPAN pour Wireless Personal Area Networks) sont de 3 types : Bluetooth, Infrarouges, ZigBee Les réseaux personnels servent à relier différents appareils dans un rayon réduit.

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté WPAN pour Wireless Personal Area Network) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, caméra sans fil...) ou un assistant personnel (PDA) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes [4].

- **Bluetooth** : connu sur le norme 802.15.1 possède un débit de 1 Mb/s pour 30 mètres, très peu gourmand en énergie.
- **HomeRF**: (Pour Home Radio Frequency) propose un débit théorique de 10 Mb/s avec une portée d'environ 50 à 100 mètres sans amplificateur.
- **ZigBee** : (aussi connue sous le nom *IEEE 802.15.4*) permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie opérant sur la bande

de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kb/s avec une portée maximale de 100 mètres environ [4].

I-3-2- Réseaux Locaux Sans Fils (WLAN) :

Les réseaux locaux sans fil (WLAN pour Wireless Local Area Networks): Technologies Wifi, Hyperlan2. Le réseau local sans fil (noté WLAN pour Wireless Local Area Network) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture.

- **Le Wifi** : (ou IEEE 802.11), soutenu par l'alliance WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) offre des débits allant jusqu'à 54Mbps sur une distance de plusieurs centaines de mètres.
- **hiperLAN2**: (High Performance Radio LAN 2.0) permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mb/s sur une zone d'une centaine de mètres dans la gamme de fréquence comprise entre 5 150 et 5 300 MHz [4].

I-3-3- Les Réseaux Métropolitaines (WMAN) :

Les réseaux métropolitains sans fil (WMAN pour Wireless Metropolitan Area Networks) sont adaptés à la couverture de villes et de villages arrivent quelques années après les réseaux locaux sans fils de type Wi-Fi. Nous pouvons distinguer trois grandes familles :

- **WiMAX** : bien adapté aux réseaux métropolitains fixes sans fil à très haut débit (ou par la suite faiblement mobiles).
- Les réseaux mobiles (GSM, GPRS) et la 3e génération (UMTS), bien que Constituant un réseau national (pour chaque opérateur de téléphonie mobile), permettent de couvrir les villes et les villages.
- **MBWA** qui dans quelques années pourrait permettre des réseaux mobiles à très haut débit. Le réseau métropolitain sans fil (WMAN pour Wireless Metropolitan Area Network) est connu sous le nom de Boucle Locale Radio (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16 [4].

I-3-4- Réseaux Sans Fils à Grande Distance (WWAN) :

Les réseaux étendus sans fil (WWAN pour Wireless Wide Area Networks) ce sont des réseaux qui dont à l'utilisateur la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans

Chapitre I : Réseaux sans fil et Méthodes d'accès

un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité".

Le satellite permet des cellules de la taille de plusieurs pays et facilite l'accès à l'internet dans les zones rurales non accessibles avec les méthodes traditionnelles filaires et sans fil [4].

I-4-Le Modèle *OSI* :

Le modèle *OSI* constitue un cadre de référence qui nous permet de comprendre Comment les informations circulent dans un réseau. C'est aussi un modèle conceptuel d'architecture de réseau qui facilite la compréhension théorique du fonctionnement des réseaux. Il est constitué de sept couches, chacune définissant des fonctions particulières du réseau, (remplit à la fois des fonctions Spécifiques pour prendre en charge les couches supérieures et offre des services aux couches inférieures).

La couche la plus élevée (couche application) est la plus proche de l'utilisateur, La couche inférieure (couche physique) est la plus proche des médias de transmission [5].

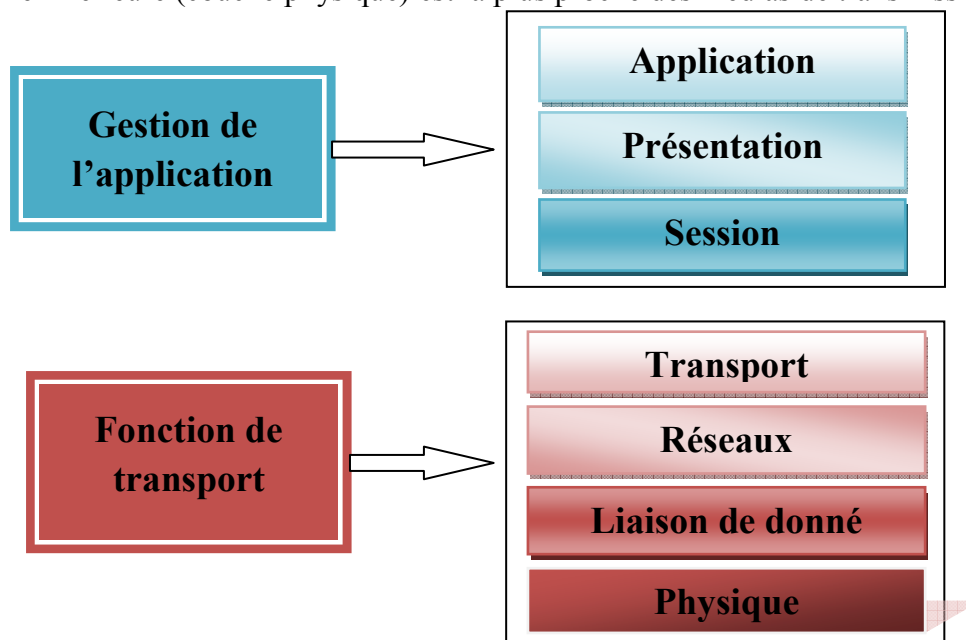


Figure I-2 : Le modèle OSI [6].

I -4-1-Les Couche de Modèle OSI :

1-Physique : Définit les spécifications électriques, mécaniques et fonctionnelles des procédures assurant la transmission des éléments binaires sur la liaison physique.

2-Liaison de données :

- Contrôle l'accès au media.

- Détecter et corriger les erreurs de transmission.

3- Réseaux :

- Adressage et routage.
- Adressage logique.
- Acheminement des données.

4- Transport :

- Assure un transport fiable et de bout en bout, des données issues de la couche
- Détecte et corrige des erreurs.
- Contrôle le flux d'informations.

5- Session :

- Ouvre, gère et ferme les sessions entre deux systèmes.
- Synchronise le dialogue entre les couches de présentation des deux systèmes.

6- Présentation :

- Présentation des données
- Lisibilité des données par les deux systèmes.
- Format, structure et codage des données.

7- Application :

Fournis les services réseau aux applications de l'utilisateur [7].

I-4-2-La Sous-couche *MAC* :

Le rôle de la sous-couche de contrôle d'accès au support (MAC) est principalement de traiter le problème de conflit d'accès lorsque le même support est partagé entre plusieurs systèmes. Mais à l'échelle de beaucoup de bits. Pour ce faire, le MAC demande à chaque système émetteur de regrouper les données qu'il transmet en paquets de bits. De plus, les systèmes de transmission étant rarement suffisamment synchronisés, ces paquets doivent généralement être délimités par des séquences de bits de contrôle facilement reconnaissables. L'ensemble obtenu est appelé un trame. En plus des données reçues de la couche supérieure, cette trame contient un certain nombre de bits de contrôle et de gestion : Description de l'expéditeur et du ou des destinataires de la trame, somme de contrôle, etc. Parallèlement à cette trame, le MAC doit également traiter le problème du conflit seul à résoudre. Ce problème est généralement résolu en deux étapes. La première consiste à choisir une technique de base, pour isoler le trafic généré par les différentes stations. Cette technique de base est souvent appelée technique d'accès. Etant donné que ces techniques ne sont généralement que insuffisantes, il est nécessaire de mettre en place la politique d'accès

aux ressources de communication. Cette politique est communément connue sous le nom de schéma d'accès. L'ensemble de ces deux aspects est le protocole d'accès [8,9].

I-5-Les Méthodes D'accès aux Réseaux Sans Fils :

La méthode ou technique d'accès au média (souvent abrégée par *MAC* : "Medium Access Control) est une composante fondamentale des réseaux .c'est le protocoles d'accès d'un réseau qui permet de définir les règle d'attribution du support aux nœuds du réseaux en autre termes la technique MAC définit les règles de partage du médium entre les nœuds.Beaucoup de méthodes d'accès au support de transmission ont été proposé et expérimentées pour réponde a déférentes besoins, certains de ces méthodes sont devenues des normes internationale et d'autre sont limitées a quelque réseaux propriétaire.Le technique MAC peuvent être devisé en deux groupes, selon les règles auxquelles doivent se conformer les nœuds pour accéder au support de transmission : méthodes a accès aléatoires l'autre a accès fixe [10].

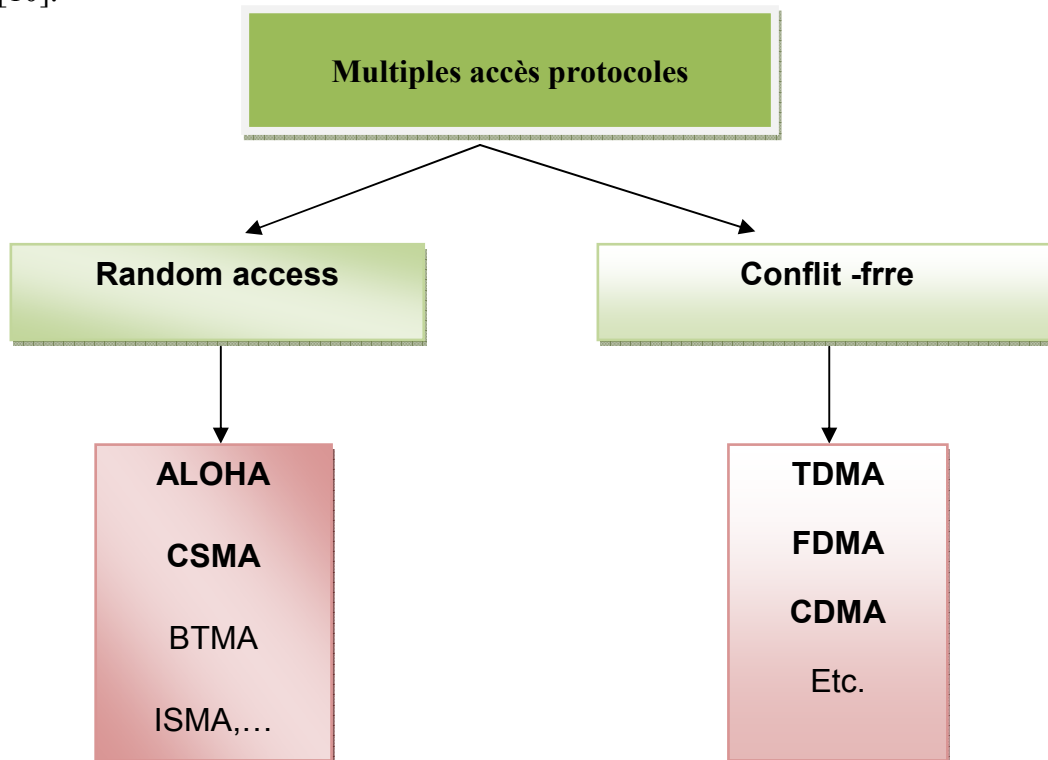


Figure I-3 : Classification des protocoles à accès multiple.

I-5-1-méthodes d'accès aléatoire :

Les protocoles de contrôle d'accès au support(MAC) basé sur la contention est un élément clé pour le succès du réseau de données sans fils les protocoles d'accès aléatoire conventionnel comme *ALOHA* et l'accès multiple par détection de collision de porteuse

(CSMA) souffrent des collisions des paquets qui conduit a un faible débit [10]. Ces protocoles regroupes :

I-5-1-1-ALOHA :

Le nom de cette méthode provient des expériences faites à l'Université deHawaï pour relier les centres informatiques dispersés sur plusieurs îles .dans cette technique ,le retard est une conséquence de collision et la transmission est complètement décentralisé .a la fin de la transmission de chaque paquet de chaque source ,le source reçoit l'information si le paquet a été reçu ou s'il y a une collision dans chaque cas ,il y aura une retransmission retardée[11] ,la probabilité que n paquet arrivent a deux moment est donné par le processus de poisson [12] :

$$P_n = \frac{(2 \cdot \lambda)^n \cdot e^{-2 \cdot \lambda}}{n!} \quad (I.1)$$

Ou λ est la charge de trafic (nombre de trames transmises pendant un temps égal à la durée d'une trame).

Ainsi que La probabilité $P_{(0)}$ que le paquet soit reçu avec succès sans collision donne par :

$$P_{(0)} = e^{-2 \cdot \lambda} \quad (I.2)$$

Donc le débit sera comme suit

$$S = \lambda \cdot P_{(0)} = \lambda \cdot e^{-2 \cdot \lambda} \quad (I.3)$$

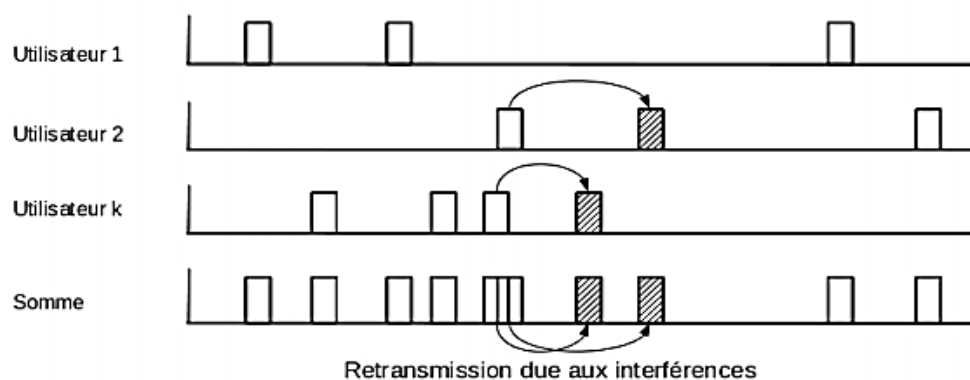


Figure I-4 : Mécanisme de collision dans ALOHA [13].

I-5-1-2-ALOHA en tranche ou Slotted-ALOHA :

Dans la technique de ALOHA slotted, le temps est discrétisé (découper) en tranche appelés slot, correspondant chacune au temps de transmission d'un paquet, qui font référence au temps de propagation maximal (slot est le temps de propagation aller-retour maximum), les

émissions sont alors synchronisées en début de slot. Donc cette technique amélioré la situation par rapport à ALOHA non slotted puisque deux trame qui se superposent ne peuvent être possible que dans un slot au maximum, au lieu de deux (comme elle commence au début du même slot) par cette technique, le débit peut atteindre la valeur maximal (mauvaise utilisation du canal 0.36). [11]

La fonction de probabilité S_i sera donnée par [11]:

$$S_i = \frac{P_i}{(1 - p_i)} \prod_{i=1}^n (1 - p_i) \quad (I.4)$$

Si le débit est S et λ est le trafic, alors nous pouvons écrire :

$$S_i = \frac{S}{n} \quad \text{et} \quad P_i = \frac{\lambda}{n} \quad (I.5)$$

$$\frac{S}{n} = \frac{\lambda}{n} \cdot \left[\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{n}} \right] \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{\lambda}{n} \right) \quad (I.6)$$

Donc :

$$S = \lambda \cdot e^{-\lambda} \quad (I.7)$$

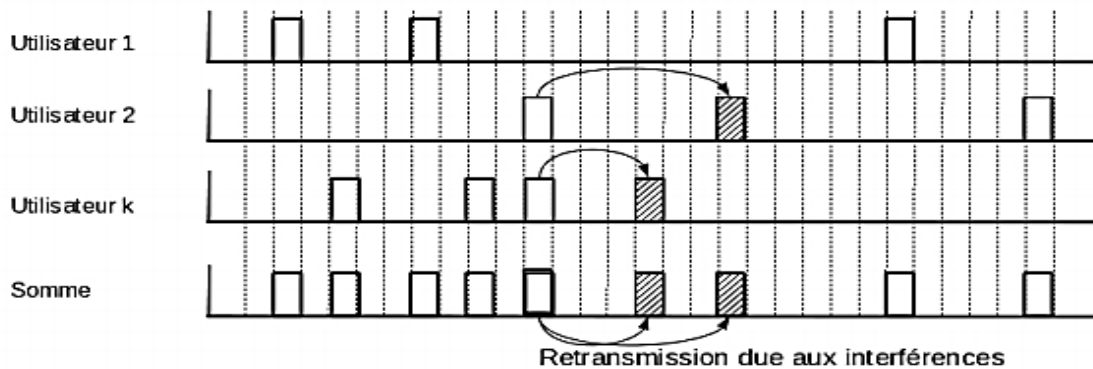


Figure I-5 : Mécanisme de collision dans Slotted Aloha[13].

I-5-1-3-ALOHA avec résolution de collision :

Cette méthode basée sur le concept de probabilité. si un utilisateur envoyé un paquet de donné, il a possibilité d'envoyé un autre immédiatement .dans ce cas l'idée de réservation de plusieurs tranche de temps a la station émettrice soit possible [12].

I-5-1-4-Accès aléatoire avec écoute de la porteuse (CSMA) :

Appelé *CSMA* (Carrier Sense Multiple Access) une station qui désire émettre se met à l'écoute de canal, si elle détecte un signal en ligne, elle diffère l'émission de sa trame. Selon le type de décision pris lorsque le canal est détecté occupé on peut distinguer 2 variations pour cette technique. [14]

✓ **CSMA p-persistant** : Fonctionne suivant le processus suivant :

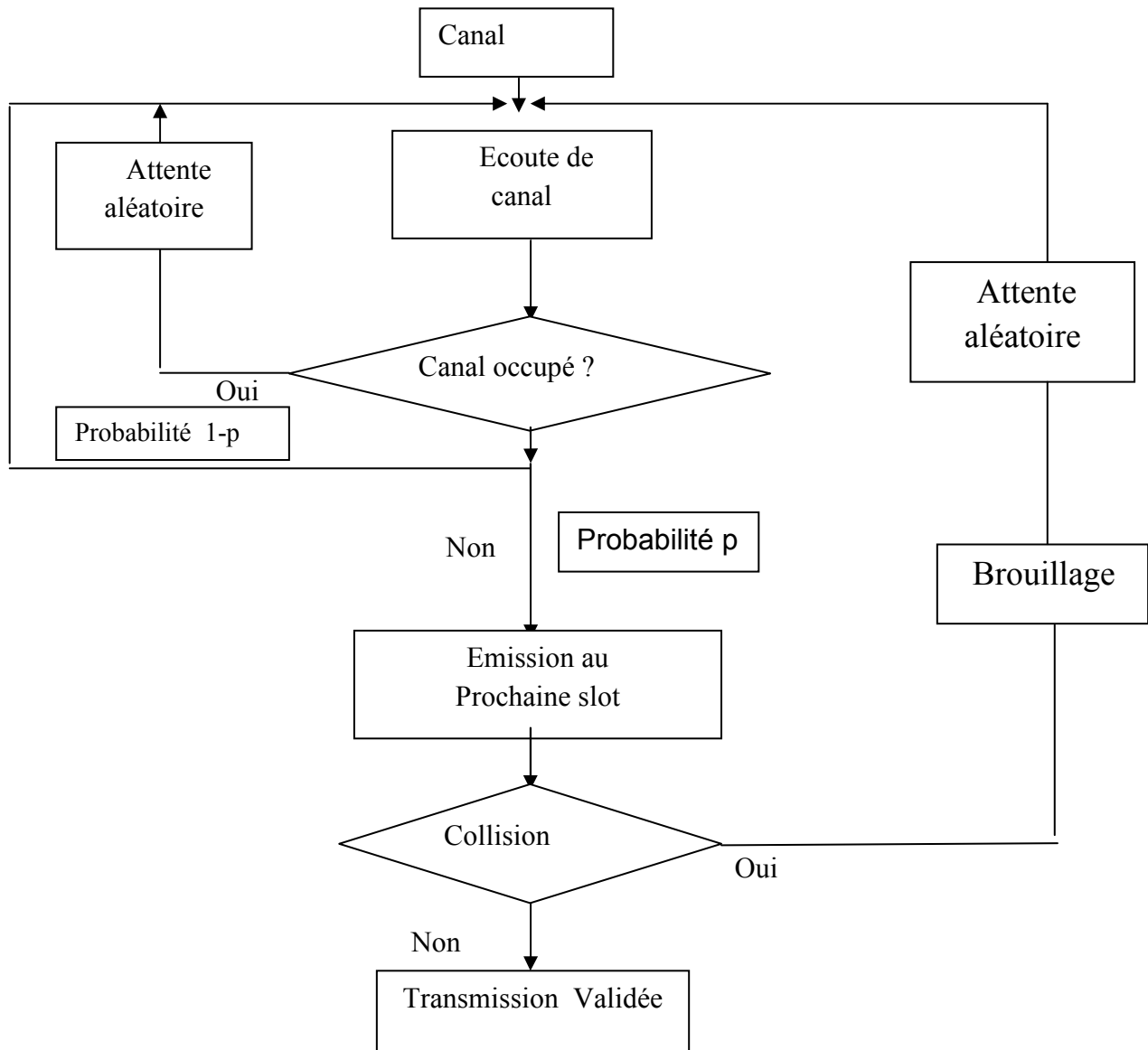


Figure I-6 : principe de CSMA p-persistant [15].

✓ **CSMA 1-persistant** : CSMA 1-persistant est un cas particulier de CSMA p-persistant où $p=1$. Dans ce cas la station persiste à écouter le canal jusqu'à ce que celui-ci devienne libre puis émet. En cas de collision, la station attend un temps aléatoire avant de recommencer la transmission [14].

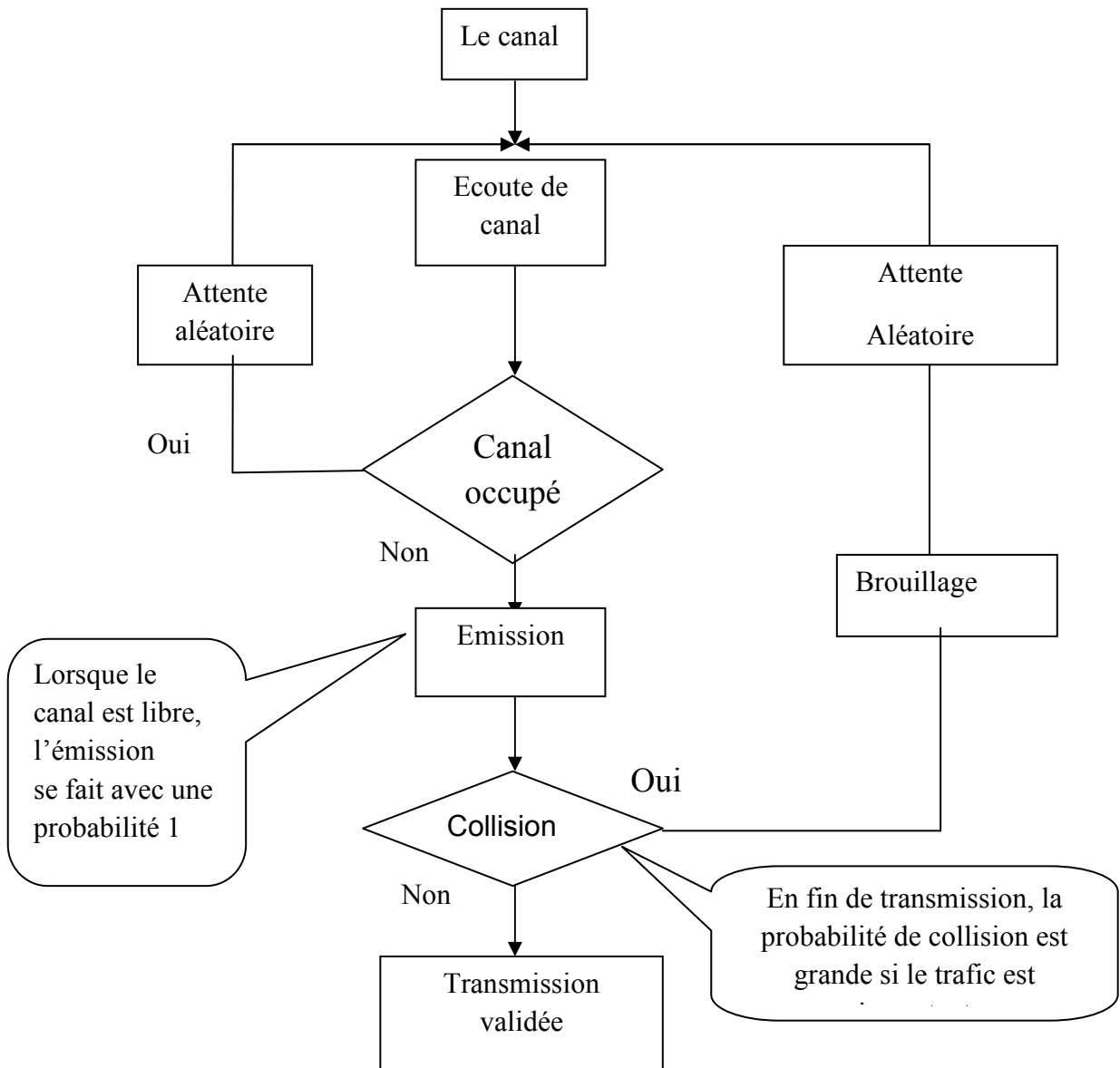


Figure I-7 : Principe de CSMA 1-persistent [15].

✓ CSMA non- persistant :

Lorsque la station détecte un signal, elle attend un délai aléatoire avant de réitérer la procédure (écoute de la porteuse) [14]

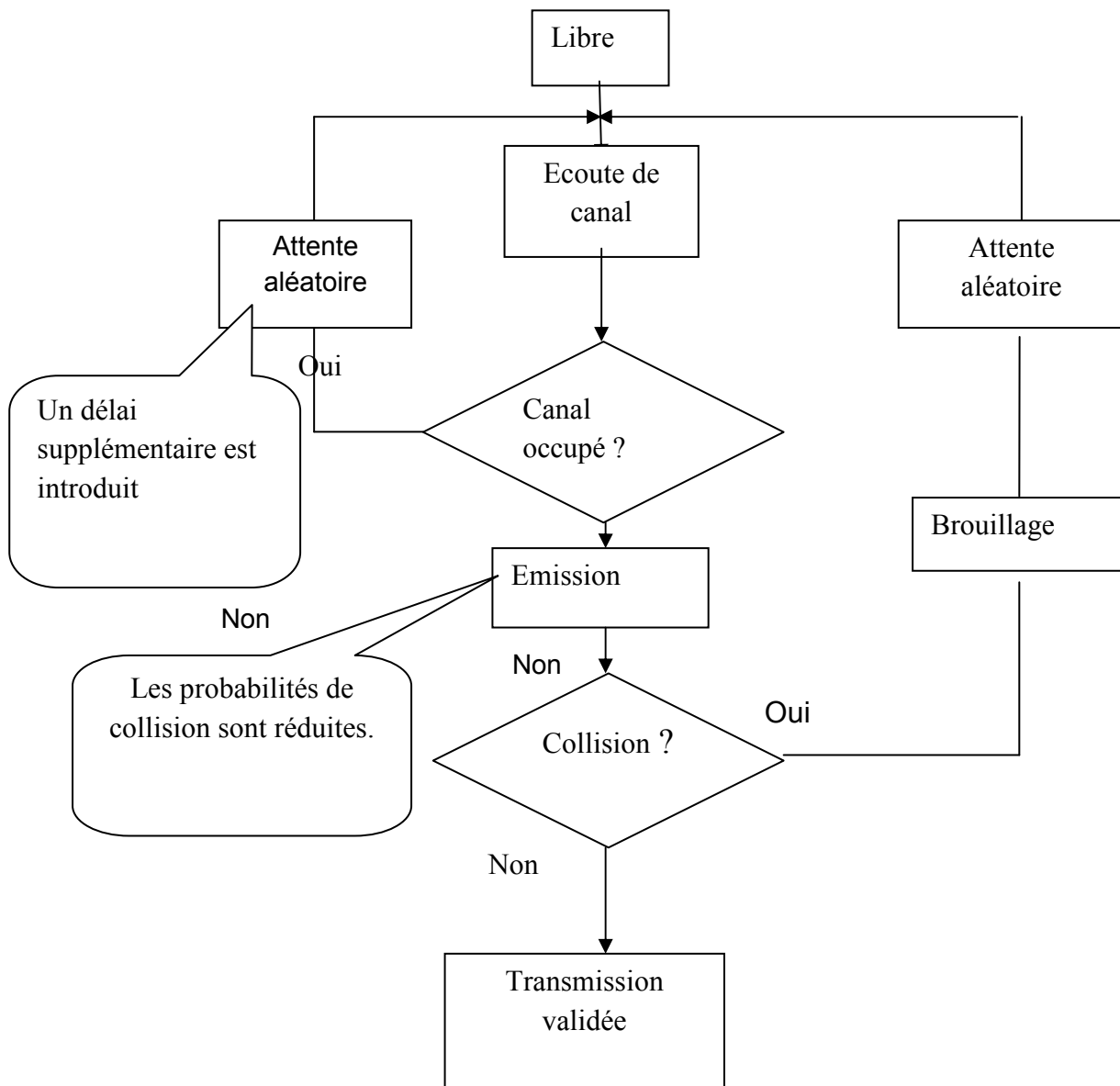


Figure I-8 : Principe de CSMA non- persistant [15].

I-5-1-4-1-Méthode CSMA/CD :

Avec la méthode CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), une station peut émettre dès qu'elle le souhaite, pourvu qu'elle reconnaisse que le média est libre. Si le support n'est pas libre, la station reporte sa tentative au prochain communiqué. Si le support est libre, la station commence à émettre et compare ce qu'elle a envoyé avec ce qu'elle

reçoit s'il y a une différence entre les deux signaux (Collision détection), il est très probable qu'au moins une autre station émet en même temps. Dans ce cas, il arrête d'essayer d'émettre, et envoie un signal de brouillage appelé bits de bourrage pour signaler la collision aux autres stations, attend un délai aléatoire avant d'essayer à nouveau d'émettre. L'inconvénient de cette méthode est que si le nombre de stations essayant de transmettre est grand, le nombre de stations qu'ils veulent envoyer est grand, le nombre de collisions est si grand que aucune de ces stations ne pourra envoyer [8].

I-5-1-4-2-méthodes CSMA/CR:

Avec CSMA/CR (CSMA avec résolution de collision) chaque station doit tester l'état du support avant le début de la transmission et ne peut émettre que si le support est libre (qu'une trame démarre avec une adresse unique), la transmission s'arrête si elle a un il reçoit un autre bit que le sien. Une station qui envoie un bit 1 s'arrête lorsqu'elle voit que le support passe un bit 0. Une seule station continue à transmettre sa trame jusqu'à la fin [8].

I-5-1-4-3- CSMA/CA (CSMA with collision avoidance):

Cette méthode fonctionne de la manière suivante :

- Le terminal prêt à transmettre détecte le support .si le support est occupé, il attend à la fin de la transmission en cours.
- Si le support est libre pour un temps spécifique (distributed inter frame space : DIFS), alors la station est autorisée à transmettre.

Des mécanismes sont définis pour réduire la probabilité d'avoir deux stations entrant en collision car ne peuvent pas s'entendre l'une l'autre [16].

I-5-2- Les méthodes d'accès fixe :

Appelées aussi méthode d'accès *FDMA* (Fixed Assignment Multiple Access) ces politiques regroupent :

I-5-2-1-FDMA(frequency division multiple access) :

Dans cette méthode, la bande de fréquence du réseau est subdivisée en sous-bande (sous-canaux), et chaque station n'a le droit d'émettre que sur un seul sous -bande qui lui est réservé (pour écouter l'utilisateur N le récepteur ne considère que la fréquence f_N associée). On notera que cette technique est très utilisée dans le domaine de la radio (ou chaque chaîne de la radio émet sur une bande de fréquence qui lui est réservée) [8,17].

I-5-2-2-TDMA (time division multiples access):

Le TDMA est une méthode d'accès qui se base sur la répartition de ressource dans le temps (division de temps en plusieurs intervalle (slot)).dans ce cas chaque station émet ou transmet dans un intervalle de temps concret .donc pour écouter l'utilisateur N, le récepteur n'a qu'à considérer l'intervalle de temps N associer à cet utilisateur [17,18].

I-5-2-3- Méthode par répartition de code(CDMA) :

C'est l'une des technique d'accées utilisé dans les réseaux sans fils (UMTS,..). Elle est fondée sur un principe qui permet l'accées multiple mais aussi la sucurité des communication au niveau physique,l'idée de base de CDMA est la répartition par codes qui permet a plusieurs sources d'emtter sur les même fréquence .chaque utilisateur est différencer du reste des utilisateur par un code C qui lui a été alloué au début de sa commuincation et qui est orthogonal au rest des codes liée d'autres utilisateur .Dans ce cas pour écouter l'utilisateur ayant le code C,le recepteur n'a qu'a multiplier le signal par le code C associer a cet utilisateru. [7,19]

I-6-Comparaison entre ALOHA et CSMA :

Le but des deux méthodes est de gérer l'accès au support de communication chaque une à sa façon. La différence principale entre *ALOHA* et *CSMA* est que le protocole *ALOHA* n'essaie pas de détecter si le canal est libre avant de transmettre des données contrairement aux *CSMA*, qui fait la vérification du canal avant chaque transmission, aussi, le protocole *CSMA* évite les collisions avant qu'ils ne se produisent tandis que le protocole *ALOHA* détecte qu'un canal est occupé uniquement après qu'une collision se produise. Pour cette raison, *CSMA* est plus adapté aux réseaux où plusieurs utilisateurs partage le même canal de communication.

I-7-Conclusion :

Nous avons décrit le principe de fonctionnement ainsi que le mécanisme de différents types des protocoles d'accès au canal de communication sans fil. Le *CSMA* est parmi les méthodes d'accès aléatoire qui minimise les collisions et améliore le débit de transmission par la technique de l'écoute de canal.

Chapitre II : Les chaines

De Markov

II-1-Introduction :

Une chaîne de Markov est une suite de variables aléatoires $(X_n, n \in \mathbb{N})$ qui permet de Modéliser l'évolution dynamique d'un système aléatoire : X_n représente l'état du système à l'instant n . La propriété fondamentale des chaînes de Markov, dite propriété de Markov, est que son évolution future ne dépend du passé qu'au travers de sa valeur actuelle. Autrement dit, conditionnellement à (X_0, \dots, X_n) et $(X_{n+k}, k \in \mathbb{N})$ sont indépendants. Les applications des chaînes de Markov sont très nombreuses (réseaux, génétique des populations, mathématiques financières, gestion de stock, algorithmes stochastiques d'optimisation, simulation...). [20]

II-2- Processus de Markov :

II-2-1-Définition :

Le processus $(X_t)_{t>0}$ est dit de Markov, Si :

a) axiome de Markov :

Pour tout $t_1 < t_2 < \dots < t_n < t_{n+1}$. Pour tout $x_1, x_2, \dots, x_{n+1} \in E$:

$$P([X_{t_{n+1}} = x_{n+1}] / [X_{t_1} = x_1] \dots \cap [X_{t_n} = x_n]) = P([X_{t_{n+1}} = x_{n+1}] / [X_{t_n} = x_n]) \quad (II-1)$$

b) axiome d'homogénéité :

Pour tous s et t , pour tous $x, y \in E$, $P([X_{t+s} = y] / X_s = x)$ ne dépend que de t (et non des instants s et $t+s$).

II-2-2- Propriétés :

1- $P(t)$ est une matrice stochastique, .i.e. $P_{x,y}(t) \geq 0$ et $\sum_{y \in E} P_{x,y}(t) = 1$ pour tout X

$$= \frac{(x_0)P(x_0; x_1) \dots P(x_{k-1}; x)P(x; y)}{\mu(x_0)P(x_0; x_1) \dots P(x_{k-1}; x)} \quad (II-24)$$

$$2- \text{ Pour tout } S \text{ et pour tout } t, P(s+t) = P(s)P(t) \quad (II-3)$$

$$3- \text{ Pour tout } S \text{ et pour tout } t, \pi(s+t) = \pi(s)P(t) \quad (II-4)$$

[21]

II-3-Exemples de Processus de Markov

Chapitre II : Les chaines de Markov

1. La transmission du patrimoine génétique est typiquement un phénomène markovien puisque toute l'information apportée par les ancêtres est résumée dans le génotype des parents. C'est un phénomène homogène dans le temps puisque les lois qui gouvernent cette transmission ne varient pas au cours des générations.

2. Si les appels surviennent indépendamment les uns des autres, le nombre d'appels reçus durant un petit intervalle ne dépend pas du nombre d'appel déjà enregistré ; dans ce cas, le processus peut être considéré comme markovien. Par contre, il n'est pas homogène car la fréquence des appels peut varier au cours de la journée (heures de pointe, pause du midi, etc.).

3. Si la loi du nombre de descendants d'un individu est la même 'a toutes les générations, alors l'évolution de la taille d'une famille est un processus markovien homogène.

4. Le processus décrivant l'évolution de la taille d'une population est appelé "processus de naissances et morts". Pour la même raison que celle invoquée, on peut considérer qu'il est markovien si les naissances et les morts ont lieu indépendamment les unes des autres. Il n'est, en général, pas homogène au cours du temps, par exemple si on considère l'influence du cycle des saisons sur les reproductions.

5. Le cours d'une action est fréquemment présenté comme un exemple de processus ayant une mémoire longue. Les évolutions ne dépendent pas seulement de la dernière valeur du titre, mais aussi des évolutions passées (phases de croissance, chocs boursiers, etc.) Dans ce cas, l'hypothèse de Markov n'est pas raisonnable. L'homogénéité temporelle peut elle aussi être mise en doute selon le modèle économique sous-jacent. [22]

II-4- La matrice de transition :

On appelle matrice de transition, la matrice $P = (p_{i,j})_{i,j} \in E$, La matrice de transition P de la chaîne discrète (X_n) est une matrice carrée représentée par N ligne et N colonne, constituée par les probabilités de transition.

$$P = \begin{bmatrix} p_{i_0 j_0} & p_{i_0 j_1} & \cdots & p_{i_0 j_N} \\ p_{i_1 j_0} & p_{i_1 j_1} & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{i_N j_0} & \cdots & \cdots & p_{i_N j_N} \end{bmatrix} \quad (II-5)$$

Chapitre II : Les chaines de Markov

Elle vérifie les propriétés suivantes : pour tout couple (i, j) de E :

$$0 \leq p_{i,j} \leq 1 \quad (II-6)$$

Pour tout $i \in E$ on a :

$$\sum_{j \in E} p_{i,j} = 1 \quad (II-7)$$

[23].

II-4-2-Exemple de matrice de transitions :

On a la matrice P décrite par :

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (II-8)$$

Donc son graphe sera comme suite :

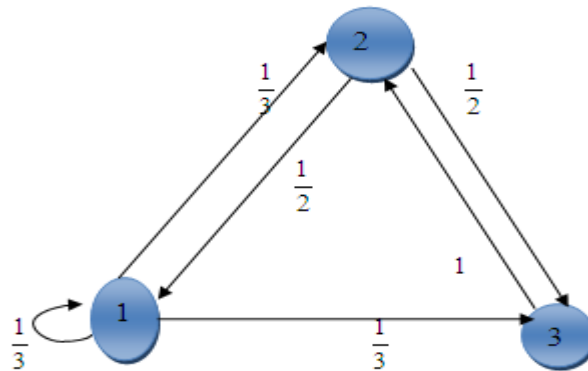


Figure II-1 :le graphe de la matrice P.

II-5-Le graphe de matrice de transition :

Pour visualiser l'évolution d'une chaîne de Markov, il est souvent utile de représenter la matrice de transition de la chaîne de Markov par un graphe orienté : les nœuds du graphe sont les états possibles pour la chaîne de Markov, une flèche allant de l'état i à l'état j indique qu'il y a une probabilité strictement positive que le prochain état de la chaîne soit l'état j si

Chapitre II : Les chaines de Markov

elle est actuellement dans l'état i . On met le point $p(i; j)$ à la flèche allant de l'état i à l'état j .

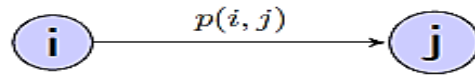


Figure II-2:Le graphe de la matrice de transition.

II-6-Matrice stochastique :

Soit $\{X_n; n \geq 0\}$ une chaîne de Markov de matrice de transition P . La matrice P est dite stochastique, c'est à dire qu'elle vérifie les deux propriétés suivantes :

a) $\forall x, y \in E, P(x; y) \geq 0$ (II-9)

b) $\forall x \in E, \sum_{y \in E} P(x; y) = 1$ (II-10)

[20].

✓ **Exemple :**

La matrice de transition est :

$$p = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (II-11)$$

Le graphe associé est :

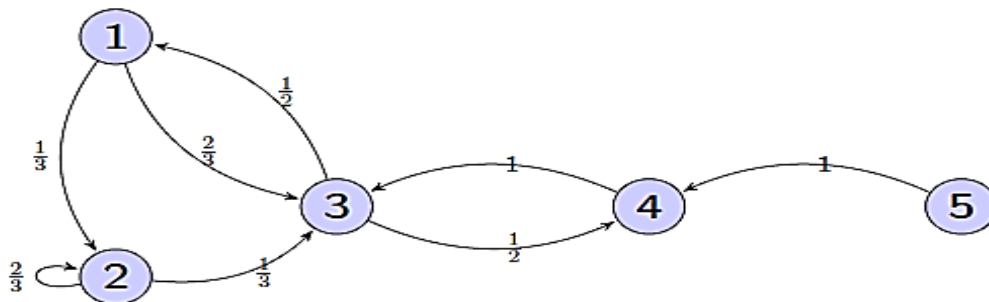


Figure II-3 : le graphe de la matrice stochastique P . [23]

II-7- Chaînes de Markov homogènes :

Une chaîne de Markov $\{X_n\}$ est homogène si pour tout $n \geq 0, x$ et y dans E on a :

$$P(X_{n+1} = y | X_n = x) = P(X_1 = y | X_0 = x) \quad (II-12)$$

ne dépend que de x et de y .

Dans ce cas, on pose :

$$P(x, y) = P(X_1 = y | X_0 = x) \quad (II-13) \quad x \text{ et } y \in E.$$

P est la matrice de transition de la chaîne X , on dit aussi noyau de transition quand E est infini [20].

II-8- Loi d'une chaîne de Markov :

La loi de chaîne de Markov homogène $(X_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est entièrement déterminée par la donnée sa matrice de transition et P de la loi de X_0 appelée loi initiale et notée μ_0 .

$$\text{Pour tout } i \in E, \mu_0(i) = P(X_0 = i) \quad (II-14)$$

Plus précisément, pour tout entier n et toute suite d'états $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i_n$ de

$$P(X_n = i_n, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0) = \mu_0(i_0) p_{i_0, i_1} \dots p_{i_{n-1}, i_n} \quad (II-15)$$

La formule permet d'écrire la probabilité d'une intersection,

$$P(X_n = i_n, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0) \quad (II-16)$$

Comme un produit de probabilités conditionnelles, les coefficients $p_{i,j}$. En divisant par μ_0 dans il s'ensuit que :

$$P(X_n = i_n, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1 | X_0 = i_0) = p_{i_0, i_1} \dots p_{i_{n-1}, i_n} \quad (II-17)$$

Par la propriété de Markov. C'est pareil pour les autres termes.

✓ **Exemple** : Soit le graphe de la matrice P suivant :

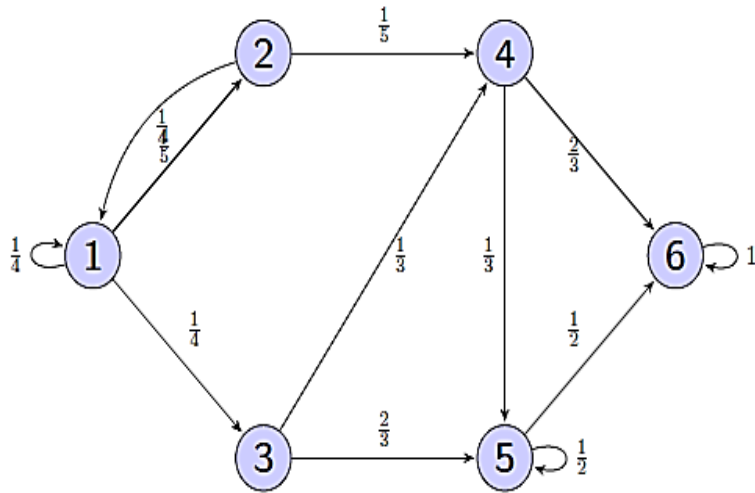


Figure II-4: le graphe de matrice P de la loi de Markov.

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{4}{5} & \frac{1}{4} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{4} & 0 & 0 & \frac{1}{5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (II-18)$$

Partant de $X_0 = 1$, quel est le chemin le plus probable permettant $X_3 = 6$? On dénombre 3 chemins permettant de rejoindre l'état 6 depuis 1 en 3 coups :

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6$, $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 6$ et $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6$. Leurs probabilités respectives sont :

$$P(X_3 = 6, X_2 = 4, X_1 = 2 | X_0 = 1) = p_{1,2} p_{2,4} p_{4,6} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{15}$$

$$P(X_3 = 6, X_2 = 4, X_1 = 3 | X_0 = 1) = p_{1,3} p_{3,4} p_{4,6} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{18}$$

$$P(X_3 = 6, X_2 = 5, X_1 = 3 | X_0 = 1) = p_{1,3} p_{3,5} p_{5,6} = \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

Le plus probable est donc $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6$ [24].

II-9- Chaînes de Markov sur un ensemble fini :

II-9-1- Chaîne de Markov irréductibles :

II-9-1-1-Définition :

Soient i et j deux états de E . On dit que l'état j est accessible depuis l'état i si

$$\exists n \in \mathbb{N} \quad p_{i,j}^n = P(X_n = j | X_0 = i) > 0 \quad (II-19)$$

Chapitre II : Les chaînes de Markov

On dit que les états i et j communiquent si chacun est accessible depuis l'autre. On note alors $i \leftrightarrow j$.

II-9-1-2-Exemple :

Considérons une chaîne de Markov à valeurs dans $E = (a, b, c, d, e)$ et dont la matrice et le graphe de transition sont données par :

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (II-20)$$

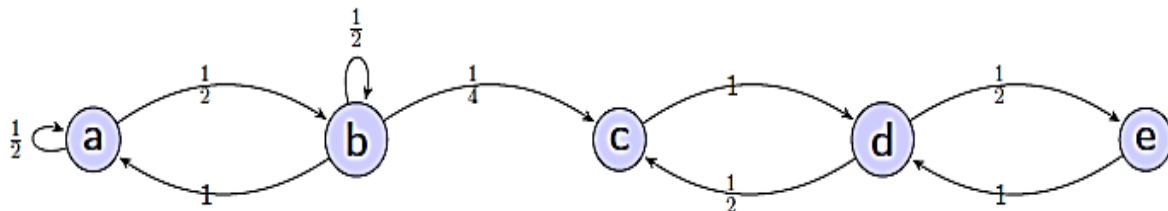


Figure II-5 : le graphe de matrice irréductible P [24].

La chaîne comporte deux classes irréductibles (a, b) et (c, d, e) .

II-9-2 -Chaînes de Markov réversibles :

Dans cette section, l'ensemble X peut être infini (mais doit être dénombrable). Rappelons que E^X dénote l'ensemble des applications $f : X \rightarrow E$:

II-9-2-1-Définition :

Soit P une matrice stochastique. Un vecteur $a = a_{i \in X} \in [0, \infty)^X, a \neq 0$

est dite réversible par rapport à P si : $a_i p_{ij} = a_j p_{ji}, \forall i, j \in X$

Une chaîne de Markov est dite réversible si sa matrice admet un vecteur réversible: la condition est appelée condition d'équilibre détaillé en physique. Elle signifie que si les états i et j sont occupés avec probabilités proportionnelles à a_i et a_j respectivement, alors les taux de transition de i à j et de j à i sont égaux.

II-9-3- Chaînes de Markov absorbantes :

II-9-3-1-Définition :

Un état $i \in X$ est dit absorbant si $p_{ii} = 1$ (donc nécessairement $p_{ij} = 0$ pour tout $j \neq i$).

On dit qu'un état $j \in E$ est accessible depuis un autre état $i \in E$, et on note $i \hat{I} j$, s'il existe un temps $n \in \mathbb{N}$ tel que $p_{ij}^{(n)} > 0$, c'est-à-dire que partant de i , on atteint j avec probabilité positive en un nombre fini de pas. On notera $i \sim j$ si on a à la fois $i \hat{I} j$ et $j \hat{I} i$. On vérifie facilement que la relation est réflexive et transitive, et que $i \sim j$ est une relation d'équivalence. [25]

II-10- Chaîne de Markov à temps discret :

II-10-1-Définition :

On appelle chaîne de Markov à temps discret un processus stochastique à espace d'état discret et à temps discret et qui va vérifier la propriété d'absence de mémoire c -à-d :Un processus stochastique $\{X_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ à valeurs dans l'espace mesurable $(E; \mathcal{E})$ est markovien si et seulement s'il vérifie la propriété de Markov :

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i; X_{n-1} = i_{n-1}; X_0 = i_0) = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \quad (II-21)$$

Pour tout $n \in \mathbb{N}$, pour tout état j et pour toute suite d'état i_0, \dots, i_{n-1} , i pour lesquels la probabilité conditionnelle à un sens .On peut alors définir la probabilité de transition d'un état i vers un état j , par $p_{ij} = P(X_n = j | X_{n-1} = i); \forall_n \in \mathbb{N}$ (II-22)

La matrice de transition $P = [P_{i,j}]_{i,j \in E}$ est une matrice carrée d'ordre fini ou infini [23].

II-10-2-Exemple :

On dispose de statistiques, de tableaux de chaires, indiquant qu'il fait beau 50 façon naïve de prédire le temps est la suivante : $P(\text{beau}) = P(\text{mauvais}) = 0 : 5$

La justification est la loi des grands nombres : l'hypothèse de base est que le climat du lendemain est indépendant du climat des autres jours. Malheureusement, on constate en examinant les chiffres qu'il y a 3 fois plus de chances que le climat du lendemain reste le même que celui d'aujourd'hui (plutôt qu'il ne change). On représente ce modèle par le diagramme

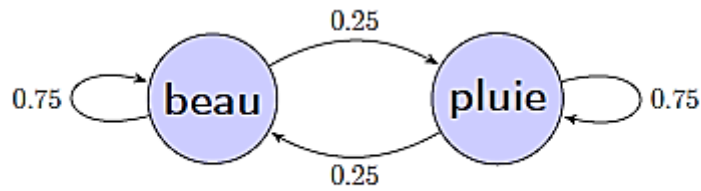


Figure II-6 :Le graphe d' exemples beau-pluie

Ou encore par la matrice

$$P = \begin{pmatrix} 0.75 & 0.25 \\ 0.25 & 0.75 \end{pmatrix} \quad (II-23)$$

$$P \left(X_{t_{n+1}} = i_{n+1} | X_{t_0} = i_0, \dots, X_{t_n} = i_n \right) = p_{i_n i_{n+1}} (t_{n+1} - t_n) \quad (II-24)$$

[20].

II-11- conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre le principe de processus de Markov et de chaines de Markov. Une chaine de Markov est un processus de Markov à temps discret ou continu et à espace d'états discret. Un processus de Markov est un processus stochastique possédant la propriété de Markov, tel que l'information utile pour la prédiction du futur est entièrement contenue dans l'état présent de processus et n'est pas dépendante des états antérieurs (système sans mémoire). Ce chapitre porte des idées et techniques indispensable pour le troisième chapitre.

Chapitre III :

*Etude de Slotted Aloha avec les
chaines de Markov*

III-1-Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons utilisé les chaînes de Markov traitées en chapitre précédent pour définir les probabilités optimales de la distribution binomiale de la retransmission et les nouveaux paquets à transmettre dans le protocole aléatoire Slotted -Aloha. Cela nous permet de définir les paramètres principaux du modèle d'accès multiple aléatoire qui sont le délai de retransmission des paquets et le débit. A la fin on a fait des simulations pour évaluer les résultats de cette méthode. Pour les simulations, nous avons utilisé le simulateur Matlab.

III-2- La technique Aloha et Slotted Aloha :

III-2-1- Slotted Aloha :

Dans les systèmes de communication (satellite, téléphone ...) basé sur le mécanisme de contention (back-off), des collisions produites entre les paquets à cause de l'envoi aléatoire de ces derniers. Un délai approprié avant chaque transmission peut réduire le taux de collision des données. En particulier, des solutions ont été conçues pour atténuer le problème des collisions des paquets qui dégradent gravement les performances des protocoles d'accès aléatoire. Dans cette technique (Slotted Aloha), le temps est discrétisé en slot, correspondant chacun au temps de transmission d'un paquet, qui font référence au temps de propagation maximal (slot est le temps de propagation aller-retour maximum), les émissions sont alors synchronisées en début de slot. De sorte que lorsqu'un terminal utilisateur génère un paquet de données, le paquet est conservé et transmis dans le slot suivant. La synchronisation est généralement effectuée en transmettant un signal de balise périodique à partir d'une station désignée dans le réseau, qui est généralement la station de base ou le point d'accès.

Pour pouvoir évaluer les performances du système à base du protocole Slotted Aloha ; nous commençons notre étude par une synthèse sur le débit de transmission que peut offrir ces protocoles aléatoires. Pour cela, nous allons considérer les points suivants :

- 1) Nous supposons un nombre considérable d'utilisateurs qui génèrent des paquets de même taille avec un certain taux d'arrivée.
- 2) Le nombre de paquets générés par seconde par tous les utilisateurs est donné par k .
- 3) Le canal de transmission ne présente pas d'erreurs de transmission. La seule source des erreurs est la collision.
- 4) Nous négligeons le temps de propagation du signal entre les stations.
- 5) L'arrivée du trafic suit la loi de Poisson avec un taux d'arrivée λ .
- 6) La probabilité que k paquets soient générés pendant un intervalle de temps t est donnée par la formule de la distribution de Poisson comme suit :

$$(III-37) P[X = k] = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \quad (III-1)$$

7) Le flux des paquets nouvellement générés ou réémis est supposé aussi Poissonnier demoyenne g paquets/s [26].

III-3-Aloha (pure ou classique) :

Dans les systèmes Aloha, à cause de l'envoi aléatoire des paquets qui cause la collision qui affaiblie complètement la transmission et à la fin de la transmission de chaque paquet la source reçoit des informations sur l'état de réception de paquet (réussi où échoué)[27].

III-3-1-Le débit utile (S) : est définit comme étant la proportion du temps pendant laquelle le canal transporte des données utiles avec succès. Avec un processus de distribution de Poisson pour les temps d'arrivée des paquets ; si un paquet est transmis, alors la probabilité qu'aucun paquet supplémentaire n'arrive pendant la période $t_0 - T$, $t_0 + T$ ou $t = 2T$ est donnée en substituant $k = 0$ et $t = 2T$ en [26] :

$$P[X = 0] = e^{-\lambda 2T} \frac{(\lambda 2T)^0}{0!} \quad (III-2)$$

La probabilité pour qu'un paquet soit reçu avec succès dans le temps $2T$ est :

$$P_{succes} = e^{-\lambda 2T} \quad (III-3)$$

Le débit d'un système Aloha s'exprime alors par :

$$S = \lambda T P_{succes} = \lambda T e^{-\lambda 2T} \quad (III-4)$$

Soit $G = \lambda T$, la charge normalisée, alors :

$$S = G e^{-2G} \quad (III-5)$$

III-3-2-Le délai d'accès (W) : est considéré comme étant le temps écoulé entre l'instant de génération d'un paquet et l'instant où ce paquet est reçu avec succès par la station centrale. On décompose le délai d'accès moyen [28] comme suit :

$$W = T_R + T + \tau \quad (III-6)$$

Tel que

$$T_R = R(T_{BO} + T + T_{ACK} + 2\tau) \quad (III-7)$$

Où :

- TR : est le délai moyen d'attente avant retransmission (en cas de collision).
- T : est le délai de transmission d'un paquet.
- τ : est le temps de propagation.
- R : est le nombre moyen de retransmissions.
- $TACK$: est le temps de transmission d'un ACK ;
- TBO : est le temps moyen d'attente dû à l'algorithme de retour aléatoire (back-off).
- On suppose qu'il n'y a pas de limites au nombre de retransmissions.

Le nombre moyen de retransmissions R se calcule comme suit :

$$R = P_{succes} = (1 - P_{succes}) + 2P_{succes}(1 - P_{succes})^2 + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} n P_{succes} (1 - P_{succes})^n$$

$$= \frac{1 - P_{succes}}{P_{succes}}, \quad R = e^{2G} - 1 \quad (III-8)$$

Temps d'attente moyen T_{BO} : on suppose un tirage aléatoire uniforme sur l'intervalle $[1; K_t]$.

K_t est la taille de la fenêtre de back-off.

$$T_{BO} = \frac{K_t + 1}{2} T \quad (III-9)$$

- On déduit

$$W = (e^{2G} - 1) \left(\frac{K_t + 1}{2} T + 2\tau + T_{ACK} \right) + T + \tau \quad (III-10)$$

III-4-Slotted -Aloha :

III-4-1-Le débit utile(S) :

Avec un processus de distribution de Poisson pour les temps d'arrivée des paquets ; si un paquet est transmis, alors la probabilité pour qu'aucun paquet supplémentaire n'arrive pas pendant la période t_0 , $t_0 + T$ ou $t_0 + T$ est donnée en substituant

$k = 0$ et $t = T$ [31] : $j > N$, Donc :

$$P_{succes} = e^{-\lambda T} \quad (III-11)$$

Le débit est :

$$S = \lambda T P_{succes} = \lambda T e^{-\lambda T} \quad (III-12)$$

Soit $G = \lambda T$, la charge normalisée, alors :

$$S = Ge^{-G} \quad (III-13)$$

III-4-2-Le délai d'accès :

$$W = T_R + \tau + T + T_a \quad (III-14)$$

$T_a = \frac{T}{2}$: est le temps moyen entre l'instant de génération et le début du prochain slot.

On en déduit[28] :

$$W = (e^G - 1)((K+3)T/2 + 2\tau + T_{ACK}) + 3T/2 + \tau \quad (III-15)$$

III-5- Modélisation de l'ALOHA discrétisé par les chaines Markov :

Nous considérons un canal à collision partagé par m mobiles sans buffer et transmettant à un récepteur central, c.-à-d., les mobiles ne génèrent pas de nouveaux paquets jusqu'à ce que l'actuel est transmis avec succès. Cette hypothèse est bien entendu réaliste dans le contexte de la signalisation ; En effet, il est naturel de supposer que la source ne doit pas commencer à générer de nouveaux paquets de signalisation (par exemple, une nouvelle réservation) tant que le paquet en cours n'est pas transmis avec succès. Par la suite, nous étudions slotted aloha comme un problème d'optimisation (problème d'équipe), où tous les stations cherchent à optimiser la même fonction objective (maximiser le débit totale ou minimiser le délai moyen).

Nous définissons le mécanisme de priorité suivant : Chaque mobile i transmet ses nouveaux paquets avec la probabilité P_a^i alors qu'il retransmet ses paquets backloggés avec la probabilité q_r^i (il s'agit bien d'un processus de Bernoulli de paramètre q_r^i) ; Ce nouveau mécanisme permet donc de 1) mieux gérer l'ordonnancement des transmissions, 2) définir la priorité des paquets selon l'application sollicitée et le trafic du système et 3) soulager la charge instantanée du système[34]. Pour étudier cette nouvelle méthode d'accès au canal, nous étendons le modèle markovien traité dans le chapitre II.

La probabilité d'arrivée des paquets à la source i suit un processus de Bernoulli de paramètre q_a (c.-à-d., au début de chaque slot, un nouveau paquet arrive à une source libre avec probabilité q_a). Tant qu'une source ne réussit pas la transmission du paquet en cours, les

nouveaux arrivés seront bloqués et perdus (parce que nous considérons des sources sans buffer). Les chaînes de Markov utilisées présentent les caractéristiques suivantes :

- L'état du système change à des intervalles réguliers,
- Cet intervalle est déterminé par la taille de l'emplacement dans la variation ALOHA discrétisé et la distribution de probabilité de l'état après.
- La transition suivante ne dépend que de l'état actuel.

III-5-1- Le flux d'arrivée et de retransmission :

La distribution binomiale des probabilités détermine les probabilités pour j transmissions ou arrivées dans i paquets à retransmettre [29], tel que :

$$P_r(j \text{ Transmission dans un slot } / i \text{ paquet à retransmettre}) = \binom{i}{j} \alpha^j (1-\alpha)^{i-j},$$

$j = 0, 1, \dots, i$. Où : (III-16)

α : représente la probabilité de retransmission.

$(1-\alpha)$: est la probabilité de non retransmission.

$$P_a(j \text{ Arrivé dans un slot } / i \text{ paquet à retransmettre}) = \binom{N-i}{j} \sigma^j (1-\sigma)^{N-i-j} \quad (\text{III-17})$$

σ : La probabilité de générer un paquet dans le slot disponible.

$(1-\sigma)$: La probabilité de ne pas générer un paquet dans le slot disponible.

N : le nombre des utilisateurs (nœuds).

III-5-2- Les états des probabilités de transition :

Nous avons vu que l'état du système est représenté par une matrice de transition stochastique. Tel que la matrice de transition d'état est construite avec les

Paramètres suivants :

$$t_{ij} = P(j \text{ paquets à retransmettre slot } n / i \text{ paquet retransmettre slot } n-1). \quad (\text{III-18})$$

t_{ij} : L'état du time slot (les paquets à retransmettre).

P : la probabilité de transition.

❖ Définition des différents états possibles :

- ✓ **L'état 0**: (il n'y a pas des paquets à retransmettre)

Nous supposons que la première ligne de la matrice avec aucun paquet à retransmettre, et un système vide sera dans cet état.

- Pour rester dans le même état il faut qu'on ait :

→ 0 arrivé ou 1 arrivé, donc :

$$t_{0,0} = P_a(0, j) + P_a(1, j) \\ = (1-\sigma)^N + N\sigma(1-\sigma)^{N-1} \quad (III-19)$$

• **Vers l'état 1 :**

Dans cet état on a un seul paquet alors c'est impossible de faire une collision avec lui-même, donc : $t_{0,1} = 0$ (III-20)

• **Vers l'état j:**

Si deux utilisateurs ou plus du canal génèrent un paquet dans le même slot, il y aura une collision, mais ces paquets restent dans le système. Ensuite, le reste des valeurs de la première ligne de la matrice de transition est calculé avec l'équation suivante [35] :

$$t_{0,j} = P_a(j, N) \quad (III-21) \\ = \binom{N}{j} \sigma^j (1-\sigma)^{N-j} \quad (III-22)$$

Pour $j = 0, 1, 2, \dots, N$

$t_{i,j} = 0$, Pour $j > N$

✓ **L'état j:** (j paquets à retransmettre)

• **Vers l'état j-1 :**

Dans cet état :

→ 0 arrivé et 1 retransmission, donc : $t_{j,j-1} = P_a(0, N)P_r(1, j)$ (III-23)

$$t_{j,j-1} = (1-\sigma)^N j\alpha(1-\alpha)^{j-1} \quad (III-24)$$

• **Le même état:** (les paquets dans slot net slot $n-1$ sont les mêmes) : Pour rester dans le même état on a 3 cas possibles :

→ 0 arrivé et 0 retransmission. Ou

→ 1 arrivé et 0 retransmission. Ou

→ 0 arrivé et ≥ 2 retransmissions. On peut alors écrire :

$$t_{j,j} = P_a(0, N)P_r(0, j) + P_a(1, N)P_r(0, j) + P_a(0, N)[1 - (P_r(0, j) + P_r(0, j))] \\ t_{j,j} = (1-\sigma)^N (1-\alpha)^j + N\sigma(1-\sigma)^{N-1} (1-\alpha)^j + (1-\sigma)^N [1 - (1-\alpha)^j - j\alpha(1-\alpha)^{j-1}] \quad (III-25)$$

- **Vers l'état $j+1$** : Dans cet état on a :

→ 1 arrivé et ≥ 1 retransmission.

$$t_{j,j+1} = P_a(1, N) [1 - (P_r(0, j))]$$

$$t_{j,j+1} = N\sigma(1-\sigma)^{N-1}(1-(1-\alpha)^j) \quad (III-26)$$

- **Vers l'état $j+k$** :

→ k arrivés et toute retransmission.

$$t_{j,j+k} = P_a(k, N) \quad (III-27)$$

$$= \binom{N}{k} \sigma^k (1-\sigma)^{N-k}, \text{ Avec } 1 < k \leq N$$

$$t_{j,j+k} = 0, \text{ Si, } k > N$$

- **Vers l'état $j-k$** :

Dans cet état ce n'est pas logique d'avoir un nombre des paquets à retransmettre dans slot n inférieure deux fois ou plus au le nombre des paquets à retransmettre dans

Slot $n - 1$; Exemple : $t_{2,0}$ On a 0 paquets à retransmettre dans slot n et 2 paquets à retransmettre dans slot $n - 1$. Donc :

$$t_{j,j-k} = 0 \quad (III-28)$$

Maintenant, d'après tous les états ou les probabilités qu'on a cherchées on obtient la matrice de transition suivante :

$$t_{i,j} = \begin{bmatrix} t_{0,0} & 0 & t_{0,2} & \dots & t_{0,j} \\ t_{1,0} & t_{1,1} & t_{1,2} & \dots & t_{1,j} \\ 0 & t_{2,1} & t_{2,2} & \dots & t_{2,j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & t_{j,j} \end{bmatrix} \quad (III-29)$$

Et convient à :

t =				
0.1875	0	0.3125	0.1563	0.0313
0.0098	0.0110	0.3125	0.3125	0.3125
0	0.0098	0.0167	0.3125	0.3125
0	0	0.0098	0.0219	0.1563
0	0	0	0.0098	0.0256

Figure III-1: La matrice de transition du système sous MATLAB.

III-5-3- L'état stationnaire (stable) :

L'une des étapes les plus importantes du calcul consiste à trouver les valeurs de l'état stationnaire (stable) de la matrice de transition. Pour une chaîne irréductible récurrente positive, les π_j forment la solution unique des équations d'équilibre suivantes [30,31] :

$$\pi_j = \sum_{i \in \chi} \pi_i P_{i,j} \quad \text{pour} \quad j \in \chi ; \quad \sum_{i \in \chi} \pi_i = 1. \quad (III-30)$$

Sous forme matricielle : $\pi P = \pi$ et $\pi 1^t = 1$ ou $\pi = (\pi_0, \pi_1, \dots)$.

Afin de résoudre la matrice décrite précédemment, nous utilisons les équations suivant :

$$P_i = \begin{cases} \sum_{j=0}^{i+1} P_j t_{ij} & \text{si } 0 \leq i \leq N \\ \sum_{j=0}^N P_j t_{iN} & \text{pour } i = N \end{cases} \quad (III-31)$$

Où $P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$, sont les probabilités de l'état stationnaire (stable) des paquets à retransmettre dans le système.

Le nombre moyen des paquets à retransmettre dans le système est déterminé par l'équation :

$$\bar{K} = \sum_{i=0}^N i P_i \quad (III-32)$$

Le nombre moyen des paquets en attente du prochain slot pour leur transmission est trouvé par l'équation :

$$S_{in} = \sigma (N - \bar{K}) \quad (III-33)$$

III-5-4- Les performances du système optimisé :

- **Délai d'accès (W)** : le délai moyen des paquets du canal ALOHA discrétisé peut être calculé par l'équation :

$$W = 1 + \frac{\bar{K}}{\sigma (N - \bar{K})} \quad (III-34)$$

- **Débit utile (S)** : Le débit est défini comme étant le nombre des paquets transmis avec succès en terme de temps ; nous obtenons le nombre des paquets transmis avec succès dans deux cas, si on a :

→ 1 arrivé et aucune retransmission. Ou

→ 1 retransmission.

$$P_{succes} = P_a(1, N) + P_r(1, j) \quad (III-35)$$

$$P_{succes} = \sigma(1 + \sigma)^{N-i-1} + \alpha(1 - \alpha)^{i-1} \quad (III-36)$$

Les paquets transmis avec succès sont mesuré en paquet, et le délai de transmission est mesuré en seconde, alors le débit sera en paquet/seconde [32]. Selon la loi de Little on peut Conclure que le débit peut être calculé suivant la formule suivante :

$$P_{succes} = \frac{P_{succes}}{W \times 2} \quad (III-37)$$

III-6-Résultats et interprétations :

On revient a la figure III-1 qui montre la matrice de transition avec un nombre d'utilisateurs N=5, qui constitue a des déférente états de transition par exemple le zéro de la première ligne et deuxième colonne signifie que n'est pas de collision dans le système. Et les autre zéro signifie que un nombre des paquets à retransmettre dans slot n inférieure deux fois ou plus au le nombre des paquets à retransmettre dans Slot n - 1.

Les deux figures III-3 et III-4 montrent la distribution binomiale de probabilité de transmission et d'arrivée générée par slot quand on a i paquet à retransmettre.

Le figure si dessus montre l'impacte de nombre de paquet a retransmettre par slot sur la probabilité de retransmission P_r . La variation de la probabilité P_r est augmente avec l'augmentation des paquets à retransmettre par slot.

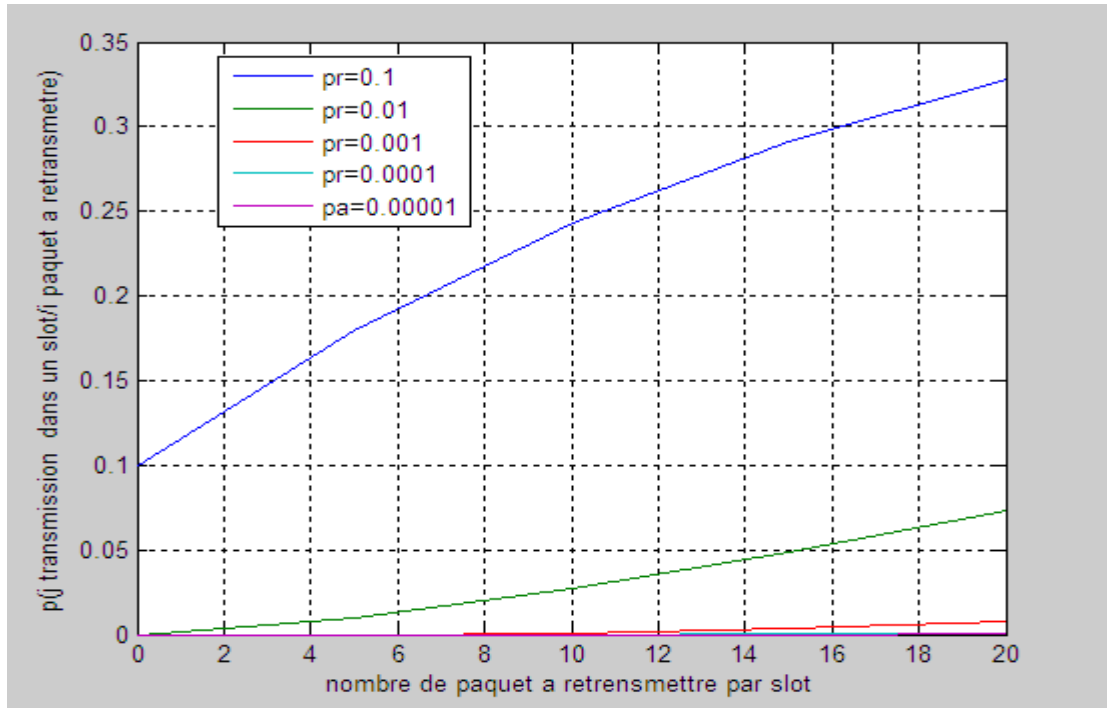


Figure III-3 : La probabilité de retransmission par slot.

De même pour la probabilité d'arrivé par slot et qui concerne les nouvelles transmissions (nouveaux paquets), la figure III-4 expose le principe de la loi binomiale gérée par le nombre des paquets à arrive devant un nombre i des paquets à retransmettre. En effet, un grand nombre des paquets à transmettre augmenté la probabilité de chacun.

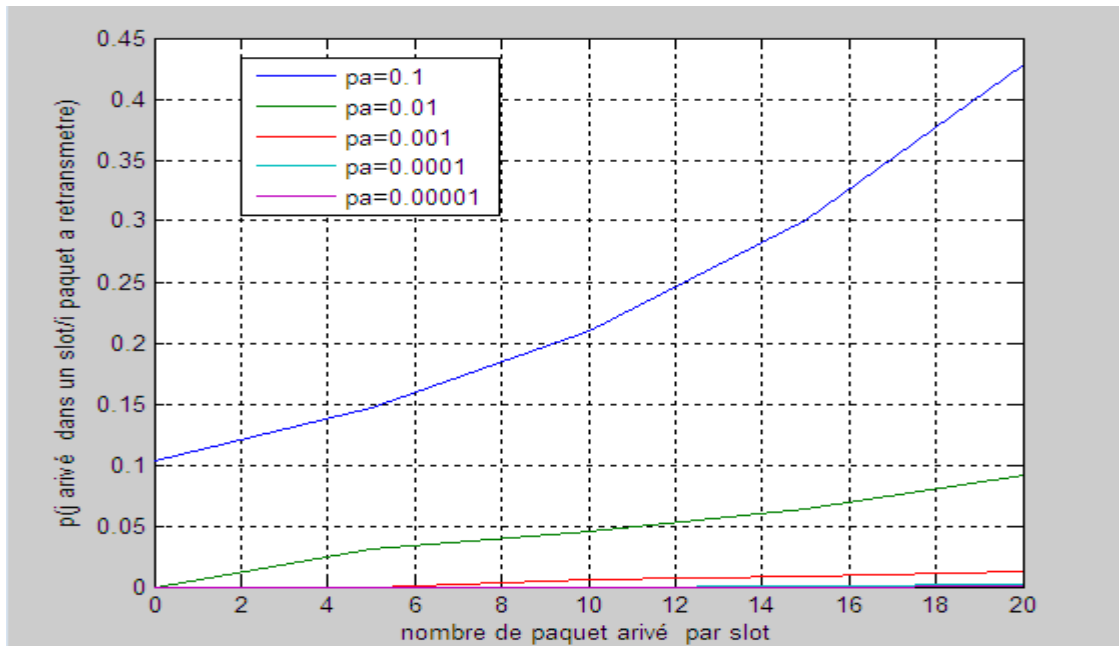


Figure III-4 : La probabilité d'arrivée par slot.

III-7-Conclusion :

Nous avons étudié dans ce chapitre une version améliorée de slotted ALOHA avec l'utilisation des chaînes de Markov basée sur la transmission des nouveaux paquets avec une probabilité P_a et les paquets retransmettre avec probabilité P_r .

La simulation a montré une amélioration aux niveaux des probabilités d'arrivée et celle de retransmettre. D'après ces résultats, on a conclu que l'augmentation des probabilités d'arrivée et de retransmettre dépend du nombre de paquets transmis par slot.

Conclusion Générale

Conclusion général

Le travail effectué dans ce mémoire mène à conclure que les réseaux de communication à base de protocoles à accès aléatoire assurent l'accès à plusieurs stations qui adaptent leur comportement à l'activité du canal par le recours à des techniques efficaces pour limiter les collisions des paquets et améliorer la qualité du réseau. Les progressions vécues au niveau de ces protocoles à accès aléatoire étaient nécessaires pour mieux gérer les situations de collisions et des nœuds qui peuvent s'avérer au cours des transmissions simultanées de plusieurs usagers. Tel que le Slotted ALOHA offre un débit meilleur que l'ALOHA non-slotted, et le CSMA qui rajoute dans son algorithme une technique supplémentaire de l'écoute 'la sensation' de la porteuse, organise plus efficacement l'accès au médium et limite la collision en offrant par conséquent un débit meilleur du trafic.

Malgré ces améliorations portées sur ces protocoles, la collision persiste toujours et fait des problèmes persistants sur la qualité et la stabilité des communications. En effet, pour étudier mieux ces problèmes, nous avons employé les chaînes de Markov qui traitent suivant les situations qui peuvent survenir, l'état du canal et mettre en conséquence des solutions adéquates pour s'en sortir de l'état de saturation et de mener à la stabilité du canal avec un débit et un délai de transmission plus stables.

Alors, nous avons présenté une étude théorique analytique basée sur le concept probabiliste selon les processus de poisson et les lois de Bernoulli afin d'analyser le transport des données et leurs états à partir de l'émission jusqu'à la réception. Le débit du transfert des données est calculé en termes des paquets reçus avec succès après même quelques retransmissions effectuées à la réception pour pouvoir récupérer les paquets originaux transmis (débit utile).

En fait, les résultats trouvés qui sont illustrés à travers des simulations par Matlab, démontrent l'avantage de ce modèle mathématique qui s'appuie essentiellement sur les chaînes de Markov. Cette étude permet de donner une idée sur la gestion de l'encombrement et la collision dans le canal de transmission. Nous avons appris l'usage, le principe de fonctionnement et l'utilité des chaînes de Markov dans l'étude des transmissions des données.

Références bibliographies

- [1] P. Mühlethaler, « W802.11 et les réseaux sans fil », édition Eyrolles, 2002.
- [2] A. Belabdelli, M.Oukaz, « Dimensionnement d'un Réseau Sans Fil Wifi », Mémoire d'obtention du diplôme de l'ingénieur d'état en télécommunication, option : systèmes des télécommunications, Faculté de technologie, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 2012.
- [3] Z. Kherbache, A. Laribi, « Étude de la Qualité de Service (QoS) dans les réseaux WIFI », Mémoire de Master, Département d'Informatique, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 2011.
- [4] Al Agha-Pujolle-Vivier, « W Réseaux de mobile et réseau sans fil », édition Eyrolles, 3 octobre 2001.
- [5] P.Simoneau, «The OSI model: understanding the seven layers of computer networks », support de cours, 2006.
- [6] A. Abed, A.Guenouna, « La voix sur IP », Mémoire de fin d'étude pour l'optimisation de diplôme d'ingénieur d'état spécialité télécommunication, institut de la télécommunication Abdelhafid Boussouf – ORAN, 2005.
- [7] CH. Difallah, « Contrôle de la température à travers un réseau Ethernet », Mémoire de Master, spécialité : Commande des Processus Industriels, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie, 2014.
- [8] Z. MAMMERI, « Cours de Réseaux », Master d'informatique – M1, Université Paul Sabatier (Toulouse III), 1998 – 2011.
- [9] C. King-Sun, K.Y. Lawrence, W. Shao, « Contention-based MAC protocols with erasure coding for wireless data networks », Ad-hoc Networks 3 (2005) 495-506.

Références bibliographies

- [10] A.K.Kohli, D.K. Mehra, « Adaptive MMSE decision feedback equalizer for asynchronous CDMA with erasure algorithm », Digital Signal Processing 15 (2005) 621-630.
- [11] B.N. Vellambi, F. Fekri, « Results on the improved decoding algorithm for low density parity check codes over the binary erasure channel », IEEE Transactions on Information Theory 53 (2007) 1510.
- [12] O.Ringar, « Utilisation des techniques avancées d'émission / réception multi-antennes pour une transmission optique large bande », thèse de doctorat, électronique des hautes fréquences, photonique et systèmes, Université Cheick anta diop, Limoges, France, 2015.
- [13] Eitan Altman, INRIA Sophia –Antipolis , «communication satellite» ,URL :www-sop.inria.fr/mistral/perssonel/Eitan.Altman/moi.html.
- [14] L .Kleinrock et F.A.Tobagi, Trans. « Packet Switching in Radio Channels: Part I – carrier Sense Multiple-Access Modes and Their Throughput-Delay Characteristics», IEEE transactions on communication, vol.com-23.no.12, décembre 1975.
- [15] B. Olfa, « Gestion de la consommation d'énergie dans les réseaux ad hoc via la différenciation de service », thèse de doctorat, Technologie de l'Information et de la Communication, École Supérieure des Communications de Tunis, Tunis, 2010.
- [16] M. Hendaoui, « Réception dans un système d'accès multiples à répartition par codes. Application aux modes FDD et TDD de l'UMTS », thèse de doctorat en génie électrique, option : communication, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie, 2014.
- [17] C. ROUSSEAU, « Concevoir une stratégie de défense face aux comportements égoïstes de nœuds utilisant le protocole mac IEEE 802.11 », mémoire a l'obtention de la maîtrise en génie concentration réseaux de télécommunications, école de technologie supérieure, Université du Québec, Montréal, 2011.

Références bibliographies

- [18] B. Bekkar, « Contrôle de puissance dans les systèmes de télécommunications mobiles, mémoire de Magister en Automatique », Option : Identification et Commande des Systèmes Dynamiques, département du génie électrique, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- [19] A. Bechkit, « Processus de sauts de Markov application a la $M = E_r = 1$ », Université de M'hamed Bougarra ,28/ 06 /2017.
- [20] Jean-Christophe Breton., « Processus stochastiques », Université de rennes 1, octobre 2018.
- [21] A. Monim, « Processus stochastique estimation filtrage, Université de Toulouse, 09/2009.
- [22] C. Hassenforder Ismag master, « Processus stochastiques modélisation », Université de Toulous.
- [23] O. Belabbci, « La pénalisation des trajectoires du mouvement browien, Université Aboubeker Belkaid - Tlemcen.2008.
- [24] Jean-Yves Dauxios, « Recherche de mathématiques probabilités », Université de franch- ecomté, 2008-2009.
- [25] A. Guilbaut, « Chaînes de Markov cachées », Université de Lille 1 ,11 mai 2018.
- [26] Bts Domotique, « Fiabilité », Université de Mosd sil 2008-2010.
- [27] S. Loustau, Chaînes de Markov et processus markoviens, école centrale de Marseille, 2008-2009.
- [28] N. Berglund, « Processus aléatoires et applications », Université d'Orléans, janvier 2014

Résumé

Les réseaux de communication sans fil comme les réseaux satellitaires s'appuient sur des protocoles à accès aléatoire comme Aloha, Slotted Aloha, CSMA et autres, pour gérer et organiser l'accès au support de communication. Ces protocoles offrent un débit optimal et une consommation modérée de l'énergie par les différentes stations du réseau. Cependant lorsque le nombre des stations augmente il y aura le risque d'avoir des collisions et d'autres phénomènes perturbateurs de la transmission des données affectant alors la qualité de la transmission dans ces réseaux. Nous présentons dans ce mémoire une étude sur les protocoles à accès aléatoire où nous analysons la possibilité d'améliorer la qualité de ces protocoles par l'emploi des chaînes de Markov afin de bien gérer le canal de transmission.

Mots clés : Aloha, Slotted -Aloha, CSMA, protocoles MAC, Chaînes de Markov.

Abstract :

Wireless communication networks like satellite networks based on random access protocols as Aloha, Slotted Aloha, CSMA and others, are applied to manage and organize access to the medium. These protocols offer an optimal throughput and moderate energy consumption by various stations of the network. However, as the number of stations increases there will be the risk of collisions and other problems on data transmission that affect the quality of transmission in these networks. We present in this work a study of random access protocols where we analyze the possibility of improving the quality of these protocols by employing Markov chains to control the use of the medium.

Keywords: Aloha, Slotted Aloha, CSMA, MAC protocols, Markov chain.

الملخص

تعتمد شبكة الاتصالات اللاسلكية، مثل شبكات الأقمار الصناعية على بروتوكولات الاتصال العشوائي مثل الألوها، سلوتد الوها والسياسما وغيرها لإدارة وتنظيم الوصول إلى قناة الاتصالات توفر هذه البروتوكولات تدفقاً مثاليًا واستهلاكاً معتدلاً للطاقة من خلال المحطات المختلفة للشبكة. ومع زيادة عدد المحطات، سيكون هنالك خطر حدوث تصادمات وغيرها من الظواهر المعطلة لنقل البيانات التي تؤثر على جودة الإرسال في هذه الشبكات. نقدم في هذه المذكرة دراسة عن بروتوكولات الاتصال العشوائي حيث نحلل إمكانية تحسين جودتها عن طريق استعمال سلاسل ماركوف.

الكلمات المفتاحية

الالوها، سلوتد الوها، السياسما بروتوكول MAC، سلاسل ماركوف.