

Application de la théorie des files d'attente au niveau des Banques commerciales Algériennes - la Banque Extérieure d'Algérie agence de M'sila 047- modèle

FAKHARI Farouk

Université de Mohamed Boudiaf, M'sila; Algérie

farouk_fakhari@yahoo.fr

BOUDIA Mounya

Université de Mohamed Boudiaf, M'sila; Algérie

boudia_mounya@hotmail.fr

Received: April 2017

Accepted: May 2017

Published: June 2017

Resumé:

Cette étude vise à mettre en évidence le rôle des méthodes quantitatives de la recherche opérationnelle dans la prise de décision au niveau des institutions économiques, le succès de l'une d'elles dépendent de sa capacité à utiliser les ressources disponibles d'une manière optimale, cela nécessite également une grande efficacité pour trouver des solutions appropriées aux différents problèmes qui concernent la façon de gérer ces ressources, d'où l'importance accrue de l'utilisation de la RO pour résoudre ces problèmes, surtout après avoir prouvé son efficacité au niveau des différents institutions et administrations. Parmi les problèmes les plus courants et au niveau des institutions de prestation de service, tel que les banques commerciales, par exemple, c'est le problème de la gestion du temps pour offrir un service à leurs clients, à travers cet article, nous avons essayé de traiter ce genre de problème, grâce à l'utilisation de la théorie des files d'attente dans les banques commerciales en Algérie (la Banque Extérieure d'Algérie – agence de Msila047 - modèle), cela est dû au fait qu'elle est considérée comme un moyen très approprié pour déterminer le temps attendu par les clients de la banque dans les files d'attente, et donc trouver des solutions adéquates par les décideurs de manière à améliorer la qualité de leurs services.

Les mots clés: La recherche opérationnelle, la théorie des files d'attente, les banques commerciales.

(JEL) Classification : C44, G21.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على دور الأساليب الكمية لبحوث العمليات في اتخاذ القرار داخل المؤسسات الاقتصادية، فنجاح أي منها مرهون بمدى قدرتها على استخدام مواردها المتاحة استخداماً أمثلاً، وهذا يتطلب منها أيضاً كفاءة عالية في إيجاد الحلول المناسبة لمختلف مشاكلها المتعلقة بكيفية تسيير تلك الموارد، من هنا ازدادت أهمية استخدام بحوث العمليات لحل تلك المشاكل خصوصاً بعد ثبوت فعاليتها على مستوى مختلف المؤسسات والإدارات. من بين أهم المشاكل الشائعة والموجودة على مستوى المؤسسات ذات النشاط الخدماتي، كالبنوك التجارية مثلاً هي مشكلة التحكم في المدة الزمنية لتقدم الخدمة لزيائنها، وبناءً على هذا جاء هذا المقال بمحاولة علاج هذا النوع من المشاكل، عن طريق استخدام نظرية صفوف الإنتظار بالبنوك التجارية في الجزائر (بنك الجزائر الخارجي – وكالة المسيلة 047 نموذجاً)، وذلك باعتباره أسلوباً مناسباً جداً في تحديد الوقت الذي يقضيه زبائن البنك في طوابير الإنتظار، وبالتالي إيجاد الحلول المناسبة من طرف أصحاب القرار بالشكل الذي يحسن من نوعية خدماته.

الكلمات المفتاحية: بحوث العمليات، نظرية صفوف الإنتظار، البنوك التجارية.

رموز JEL: C44 ، G21.

Introduction :

Les délais d'attente représentent la principale source d'insatisfaction. En effet, étant donné que le client entre dans un système pour recevoir un service, et quitte les lieux qu'après avoir été servi, il est important d'aborder le problème de file d'attente, Le manque de ressources professionnelles peut être la cause ou la source d'insatisfaction ressentis chez les clients , ce sentiment leur donne l'impression d'être mal servis et crée un sentiment d'inconfort voire d'insécurité chez eux, ce qui peut nuire la qualité du service.

A fin d'aider les responsables à prendre des décisions optimales, des modèles mathématiques sont appliqués pour trouver une solution aux problèmes organisationnels et optimiser les techniques économiques.

La théorie des files d'attente est ainsi parmi ces modèles mathématiques qui analysent et traitent les difficultés organisationnelles rencontrés par les organisations ayant des files à gérer et organiser.

1. Problématique de la recherche :

Les méthodes quantitatives de la recherche opérationnelle ont connu une grande habilité dans l'application au niveau de la majorité des pays développés, ce qui a permis à ses administrations et organisations financières d'avoir un bon niveau en termes de qualité des services offerts aux clients, et cela parce qu'ils sont considérés comme des outils importants pour déterminer les problèmes aux décideurs et trouver les solutions les plus appropriées pour y faire face, bien que, ces méthodes reconnaissent moins de popularité au niveau des administrations algériennes, en particulier au niveau des banques commerciales algériennes, qui est restée marquée par son incapacité à résoudre le problème de l'amélioration des services bancaires destinés aux clients, et que l'on retrouve parmi eux le problème des longues files d'attente des clients qui sollicitent des opérations de dépôt et retrait d'argent, conduisant à un mécontentement permanent de ces derniers dans ces banques.

À la lumière de ce qui précède nous pouvons poser la problématique de notre recherche comme suit: **Comment la théorie des files d'attente est utilisée dans l'organisation des files de dépôt et de retrait des banques commerciales en Algérie?**

2. Les sous questions: Afin de répondre à la problématique de notre recherche, nous allons tenter de répondre aux sous-questions suivantes:

- Quels sont les problèmes généraux abordés par la science de la recherche opérationnelle?
- En quoi consiste l'importance de la théorie des files d'attente dans le processus de prise de décision?
- Est ce que la théorie des files d'attente appliquées dans la banque (le lieu d'étude), peut contribuer à l'organisation des files d'attente devant les caisses de dépôt et retrait d'argent, et donc à l'amélioration de la qualité des services bancaires?

3. Objectifs de la recherche: Cette recherche tente de réaliser les objectifs suivants:

- constituer une idée claire sur l'utilisation d'une des méthodes quantitatives de la recherche opérationnelle qui est la théorie des files d'attente, dans le soutien des responsables à prendre leurs décisions.
- identifier la nécessité des banques commerciales algériennes en général, et la Banque Extérieure de l'Algérie –agence M'sila 047- en particulier, à utiliser la théorie des files d'attente dans l'organisation des files d'attente de ses guichets réservés au retrait et dépôt d'argent.

4. Méthodologie de la recherche: Afin d'arriver à une méthode de repères claires pour répondre à la problématique de notre recherche, nous avons opté pour la méthode descriptive et analytique dans le traitement théorique et analytique du sujet de la recherche, alors que le côté pratique s'est reposé sur la méthode d'étude de cas, en essayant d'appliquer la théorie des files d'attente dans la Banque Extérieure de l'Algérie - agence M'sila 047-.

5. Le plan de recherche : pour cerner les différents cotés du sujet, il a été subdivisé comme suit :

Le premier axe : le cadre conceptuel de la recherche opérationnelle.

- la présentation théorique de la recherche opérationnelle.

- Les méthodes les plus importants en recherche opérationnelle.

Le deuxième axe : une introduction générale à la théorie des files d'attente.

- Initiation théorique et économique de la théorie des files d'attente.

- La modélisation mathématique de la théorie des files d'attente.

Le troisième axe : l'application de la théorie des files d'attente au sein de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila 047- .

- Présentation de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila 047-.

- L'application de la théorie des files d'attente dans les opérations de dépôt et retrait.

Le premier axe : Le cadre conceptuel de la recherche opérationnelle:

1- La présentation théorique de la recherche opérationnelle

1-1 Quelques éléments historiques sur la recherche opérationnelle :

On a l'habitude de situer la naissance de la RO lors de la seconde guerre mondiale, au sein de l'armée britannique, qui a commencé à formaliser un certain nombre de problèmes stratégiques, tel l'optimisation du parcours ou de la composition des convois maritimes ou encore celle du positionnement des radars etc.

Pour ce qui nous intéresse, c'est-à-dire la diffusion de la discipline dans les entreprises, on peut néanmoins considérer que cette diffusion s'est opérée, et à un rythme accéléré, dans les années cinquante.

Au cours des années cinquante le développement de la RO dans les organisations s'est transformé en véritable engouement.⁽¹⁾

La RO devenait un moyen pour étudier les problèmes liés à la gestion des organisations et aide à la prise des décisions. Comme il faut souligner que le développement des ordinateurs dans les années cinquante a participé dans le développement de la RO, puis ce que les solutions scientifiques des problèmes administratifs nécessitent le traitement des opérations complexes et l'enregistrement d'une bonne quantité de données ainsi que de son stockage et sa récupération, en plus de cela, au début des années soixante-dix, un autre développement est apparu dans des domaines dont la RO est appliquée.⁽²⁾

La RO s'est constitué au début des années soixante, avec la mise sur pied des principaux attributs d'une profession : experts spécialisés, création de revues, d'associations savantes, de chaires dans les universités, de congrès etc. En 1978 paraît dans la prestigieuse revue américaine « the journal of the OR society » une épitaphe joliment intitulé « the future of operational research is past » d'autant plus perturbante qu'elle est l'œuvre d'un des pionniers de la discipline, Russel L.Ackof.⁽³⁾

1-2 Définition de la recherche opérationnelle :

INFORMS considère la RO comme « la discipline d'application des méthodes analytiques avancées pour l'aide à la prise de meilleures décisions ». ⁽⁴⁾

« La recherche opérationnelle est une collection de technique, issues du champ des mathématiques appliquées, destinées à représenter des situations où un ou plusieurs acteurs ont un certain nombre de choix à effectuer, et à guider ces acteurs dans leurs décision de façon à ce qu'ils satisfassent au mieux un ou plusieurs critères tout en respectant un ensemble de contraintes prédéfinies ». ⁽⁵⁾

La recherche opérationnelle est donc une discipline moderne des mathématiques qui utilise modèles mathématiques, statistiques et des algorithmes pour former un problème o une situation confrontée par les acteurs économiques, sous forme d'un model et le résoudre, en déterminant la solution optimale, améliorant ainsi la prise de décisions.

2- les méthodes les plus importants en recherche opérationnelle:

La Recherche Opérationnelle utilise des modèles mathématiques, statistiques et des algorithmes pour former un problème sous forme d'un model et le traiter, en déterminant la solution optimale, améliorant ainsi la prise de décisions, nous pouvons citer ci-dessous les méthodes de la RO les plus fréquentées :

2-1 La programmation linéaire :

La programmation linéaire est une technique quantitatives qui consiste à optimiser (maximiser ou minimiser) la valeur d'un objectif exprimé en une fonction linéaire dite (la fonction objectif soumise à un ensemble de conditions dites « contraintes » qui prennent la forme d'équation ou d'inéquations linéaires. ⁽⁶⁾

Un programme linéaire consiste ainsi, à optimiser l'utilisation des ressources limitées pour fabriquer des produits qui consomment les ressources. la programmation linéaire dans sa définition mathématique: Si nous avons un ensemble de variables et des comportements dans une situation précise, alors le programme linéaire de cette situation se défini mathématiquement suivant le cas comme suit : ⁽⁷⁾

- cas de maximisation :

$$\text{Max: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + x_n$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \dots x_n \geq 0 \end{cases}$$

Où Max signifie maximisation, et son intérêt est de rendre la fonction Z dans sa plus grande valeur.

- Cas de minimisation : dans le cas de minimisation le programme linéaire s'écrit de manière générale comme suit :

$$\text{Min : } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + x_n$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2 \\ \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \dots x_n \geq 0 \end{cases}$$

Où: Min signifie minimisation et son but est la minimisation de la fonction Z sous un ensemble de contraintes.

2-2 Les modèles des problèmes de transport et de répartition: les questions de transport font parties des sujets les plus importants de la recherche opérationnelle, qui visent à atteindre l'optimum sous un ensemble de contraintes linéaires, et en particulier s'intéressent à rechercher de transporter des marchandises d'une personne physique ou morale au moindre coûts d'un ensemble d'endroit à d'autres, et dans la limite de quantités spécifiques, ou rechercher le profit ou le revenu le plus élevé de ce processus de transport.⁽⁸⁾

Alors que les questions de répartition se résument dans la façon de distribuer un ensemble de fonctions sur un groupe de personnes ou un groupe de machines sur une gamme de tâches, ainsi cela conduit à leur utilisation avec une efficacité aussi élevée que possible, ce qui conduit à supporter moins de coûts ou récolter des bénéfices plus élevés.⁽⁹⁾

2-3 Analyse de réseaux: la méthode d'analyse des réseaux d'entreprises sert à aider un administrateur dans la planification et l'ordonnancement des différentes opérations nécessaires pour effectuer une opération particulière, de sorte que sa réalisation se fait avec un rendement le plus élevé possible.⁽¹⁰⁾

2-4 Modèles de prise de décision: le gestionnaire ou le décideur est confronté à des difficultés opérationnelles et de gestion et de tarification et ainsi de suite, ce qui peut représenter un obstacle à prendre la bonne la décision, on le trouve alors à la recherche de méthodes ou moyens pour simplifier le processus de prise de décision. Les auteurs de la théorie quantitative dans la gestion estiment que l'introduction mathématique représente la solution optimale pour les problèmes du gestionnaire, et ce sont les modèles mathématiques qui peuvent l'aider à reconnaître et à comprendre les phénomènes qui l'entourent et au mieux.⁽¹¹⁾

2-5 Programmation des objectifs: la méthode de la programmation d'objectif a de la capacité à traiter le problème de la prise de décision multi objective contradictoires, et le concept de la programmation de but revient a quatre décennies, en commençant par "Cheers" et "Cooper" en 1961, puis développé par "Ajnyasio" en 1971. Parce que nous constatons que dans les postes de prise de décision régulière, l'objectif de l'administration est souvent au détriment d'autres objectifs, il est nécessaire de définir l'ordre d'importance de ces objectifs, de manière à présenter les objectifs les plus prioritaires, suivis par les objectifs les moins importants.⁽¹²⁾

2-6 La théorie des jeux : C'est une approche mathématique de l'économie qui consiste, en étudiant les comportements des individus, à présenter les problèmes économiques sous forme de jeux stratégiques.⁽¹³⁾

2-7 La théorie des files d'attente : C'est une tentative de correspondre un model mathématique à une file, la signification d'une file c'est l'ensemble des individus qui attendent dans une file régulière et ordonnée pour qu'un service leur soit fourni.⁽¹⁴⁾

Le deuxième axe : Une introduction générale à la théorie des files d'attente

1- Initiation théorique et économique à la théorie des files d'attente :

1-1 L'évolution de la théorie des files d'attente :

La théorie des files d'attente a été définie au début du XXe siècle par Agner Krarup Erlang (1878-1929), mathématicien danois qui a travaillé sur la gestion des réseaux téléphonique et la théorie des files d'attente. Il s'est attelé sur la base des travaux de Poisson dont la loi des événements rares, à élaborer un modèle mathématique pour le dimensionnement des réseaux de télécommunications basé sur les statistiques.⁽¹⁵⁾

L'honneur revient également au chercheur Conny Plans qui a mit la forme finale de la théorie des files d'attente et qui a émis un ensemble de livres dans la période (1936-1946). Et en 1984, Linda Green a publié son travail concernant la théorie des files d'attente et elle a mentionné les systèmes qui contiennent deux types des clients arrivés et deux types de centre de service.⁽¹⁶⁾

Cette théorie a été en pleine expansion dans les années 1950 avec des scientifiques comme G.F. O'Dell, Andrei Kolmogorov, C.D Cormellin et David Kendall.⁽¹⁷⁾

1-2 Définition de la théorie des files d'attente

Elle est défini comme : des modèles mathématique des de la recherche opérationnelle et une des méthodes quantitatives qui la direction ou les responsable de prise de décisions à prendre leurs décisions. Le but de cette théorie est l'étude et l'analyse des attitudes caractérisées par des points de passage ou forment des filles d'attente et delà prendre la décision adéquate pour ces attitudes.⁽¹⁸⁾ C'est aussi un outil probabiliste permettant de modéliser le fonctionnement de serveurs.⁽¹⁹⁾

Autre définition de de la théorie des files d'attente :

la théorie des files d'attente peut être définie comme un nombre d'unité (voitures, client, messages, matériaux...) réguliers sous forme d'une file qui attend un service précis et cela durant une période de temps déterminée.⁽²⁰⁾

La théorie des files d'attente est une théorie mathématique qui vise à optimiser les ressources disponibles et gérer le temps d'attente des clients sollicitant un service précis pour une durée de temps déterminée.

1-3 Les objectifs de la théorie des files d'attente :

L'objectif est de diminuer le temps d'attente du client tout en minimisant les couts de fonctionnement.⁽²¹⁾

Il s'agit de réduire l'impact négatif du temps d'attente des clients et de lui attribuer une perception plus agréable, tout en apportant une valeur ajoutée à l'organisation

La file d'attente aide les managers pour comprendre et prendre la meilleure décision concernant les opérations du système impliquant une file d'attente.⁽²²⁾

Se dévoile comme un renfort permettant de gérer la file d'attente dans un établissement et garantir la satisfaction de tous les clients pour prendre les meilleures décisions. cette théorie a pour objet l'étude de système où des entités, appelées clients, cherchent à accéder à des ressources, généralement limitées, afin d'en obtenir un service.⁽²³⁾

Cette théorie est mise en œuvre afin d'optimiser les activités de l'entreprise améliorer la gestion des clients. Elle constitue en fait, un des outils clés dans sa gestion.

1-4 Description de la théorie des files d'attente :

La notation de Kendall permet de désigner de manière synthétique un système de file d'attente : A/S/P/K/D, ses termes sont les suivants :⁽²⁴⁾

A : la loi des inter-arrivées ou du processus d'arrivée.

S : la loi de service.

P le nombre de serveurs.

K :la capacité du système, c'est-à-dire la salle.

D :la discipline ou politique de service, c'est-à-dire comment et dans quel ordre les clients sont servis.

La discipline d'attente, est la règle de priorité déterminant l'ordre dans lequel les clients vont accéder à la ressource modélisé par le serveur. Les disciplines d'attente classiques, ainsi que leurs acronymes, sont :⁽²⁵⁾

- FIFO : first in first out "premier arrivé, premier servi", c'est la discipline de service employée le plus souvent et c'est celle qui sera admise par défaut ;

- LIFO : last in, first out "dernier arrivé, premier servi" ;
- SIRO : service dans un ordre aléatoire ;
- RR : round robin "les clients sont servi à tour de rôle pendant un intervalle de temps fixe, appelé quantum" .
- PS : processor sharing "cas limite de la discipline RR lorsque le quantum tend vers zéro".
- Ainsi les caractéristiques de la théorie des files sont :
- Le taux moyen d'arrivée des clients(λ) suit la distribution de Poisson.
- Le taux moyen de service (μ) suit la distribution exponentielle.
- $\lambda < \mu$.

La discipline du service est sur la base de FCFS (first come first served).⁽²⁶⁾

Comme il est nécessaire de définir les paramètres de la théorie des files d'attente :

- n : représente le nombre des individus dans le système (dans la file et au service)
- p représente la probabilité de n individus dan le système.⁽²⁷⁾

1-5 Analyse économique de la théorie des files d'attente :

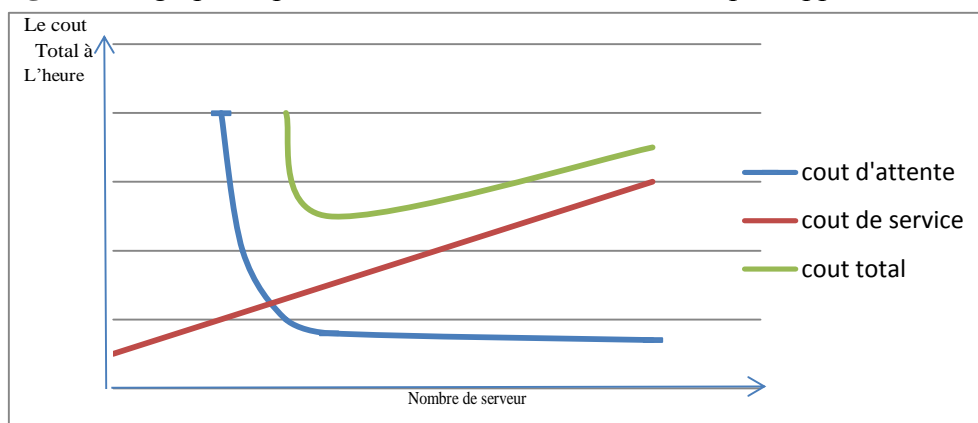
L'objectif de la théorie des files d'attente est de satisfaire aux mieux les clients tout en minimisant ses couts.

Les couts dans les modèles de la théorie d'attente se subdivisent en deux types :⁽²⁸⁾

- Les couts de service : c'est les couts résultants du fonctionnement des serveurs des matériaux, appareils, des employés ... etc, et c'est évident que ces couts augmentent avec l'augmentation du niveau de service
- Les couts d'attente : ce sont les couts résultants de la diminution de la qualité du service dans le système pour le servir, et elle contient la perte des clients qui quittent la file d'attente pour sa longueur et la perte d'autres clients qui les influencent et leur reportent la mauvaise réputation du système.

La relation du cout total et du nombre des serveurs peut être représenté par le graphe suivant :

Figure 01 : graphe représentant l'évolution du cout total par rapport au nombre de serveur



Source : R. BOUGUERRA, recherche opérationnelle 2e partie initiation à la prise de décision, op.cit, p 207

Pour mettre le model de cout total des filles d'attente on pose :⁽²⁹⁾

$$TC = C_{(w)}L + C_{(s)}K$$

En réalité la détermination du cout d'attente est plus difficile que le cout de service, par ce que il n'existe pas de critère évident qui l'explique, et sa détermination reste alors soumise à une

appréciation c'est-à-dire, elle est proportionnel, alors que le cout de service est évident et facilement mesurable résultant du service fourni.

2- La modélisation mathématique de la théorie des files d'attente :

Il existe plusieurs modèles utilisés en files d'attente, nous citons ci-dessous les modèles les plus utilisés dans les bureaux de prestations de services et les banques dont le taux moyen d'arrivée des clients(λ) suit la distribution de Poisson et le taux moyen de service (μ) suit la distribution exponentielle.

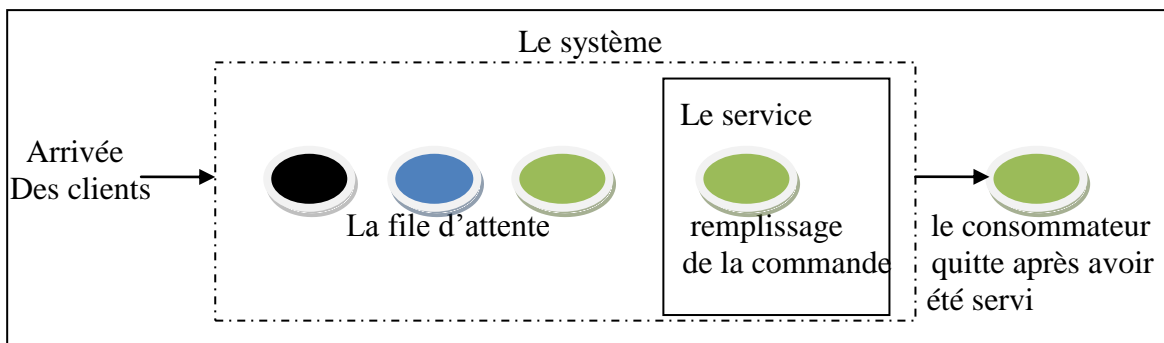
2-1/ la file M/M/1:

Une file d'attente M/M/1 est définie par le processus stochastique suivant. On suppose que les instants d'arrivées des clients sont distribués selon un processus de Poisson d'intensité λ et que les temps de service sont indépendants (et indépendants du processus d'arrivée) et suivent la loi exponentielle de paramètre μ .⁽³⁰⁾

C'est le model qui a une seule file pour offrir un service, et suppose la réunion de certaines conditions dans ce système qui sont :⁽³¹⁾

- Les clients sont servis selon la règle du premier venu premier servi, comme il est supposé que chaque client rejoigne la file au moment de son arrivé et qu'il ne le quitte qu'après avoir été servi.
- Le processus d'arrivé des clients est indépendant les uns des autres, mais la taux moyen d'arrivée est constant.
- L'arrivé aléatoire des clients suit la loi de Poisson de paramètre (λ) par unité de temps, ainsi que les autres qui reçoivent le service sont d'une population infinie ou très grande.
- La durée de servir les clients diffère d'un client à un autre, et le temps moyen de service est connu et défini.
- Le temps de service suit la loi exponentielle de taux (μ) dans par unité de temps.
- Le taux d'arrivée est inférieur au taux de service ($\lambda < \mu$).

Figure 02 : schéma représentant la file d'attente M/M/1



Source : David R. Anderson et autres, op.cit, p 682.

Nous pouvons identifier les mesures de l'efficacité de ce modèle à travers le calcul des indicateurs suivants :⁽³²⁾

- Probabilité qu'aucune unité ne se trouve dans le système :
 $P(0) = 1 - (\lambda / \mu)$
- Le nombre moyen des unités dans la file :

$$L(q) = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda)$$

- Le nombre moyen des unités dans le système :

$$L = L(q) + (\lambda / \mu) = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) + (\lambda / \mu)$$

- Le temps moyen que l'unité passe dans la file :

$$W(q) = L(q) / \lambda = (\lambda^2 / \mu (\mu - \lambda)) / \lambda$$

- Le temps moyen que l'unité passe dans le système :

$$W = W(q) + (1/\lambda) = (\lambda^2 / \mu (\mu - \lambda)) / \lambda + (1/\mu)$$

- Probabilité d'attendre l'arrivée d'une unité pour un service, ou probabilité de trouver des unités dans le système :

$$P(w) = \lambda / \mu$$

- Probabilité de N unités dans le système :

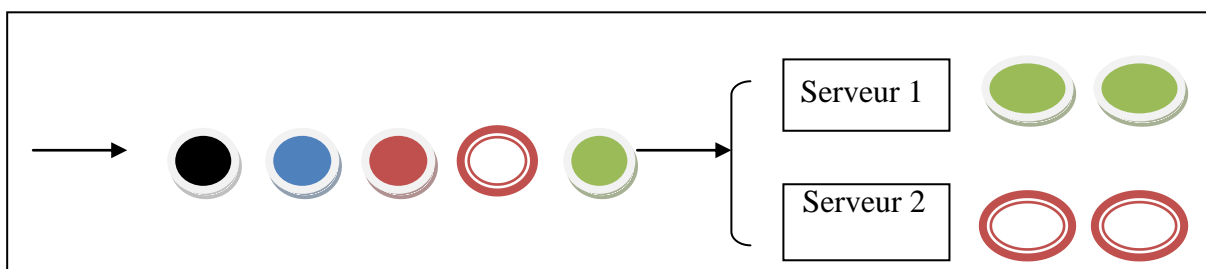
$$P(N) = (\lambda / \mu)^N P(0)$$

2-2 le model M/M/k (avec un taux d'arrivée de Poisson et taux de service exponentielle):

Dans le cas de ce modèle, il existe plus qu'un centre pour offrir un service, ainsi les clients se présentent dans une seule file puis, chacun se dirige au centre libre pour en recevoir le service.

Les conditions supposées pour ce modèle sont les mêmes que le modèle simple, sauf que, puis ce que les centres de service sont multiples, alors la condition qui stipule que le taux d'arrivée est inférieur au taux de service devient $(\lambda < k \mu)$ avec k est le nombre de centre de service.⁽³³⁾

Figure 03 : schématisation du modèle M/M/k avec k=2



Source: R. BOUGUERRA, **recherche opérationnelle 2^e partie initiation à la prise de décision, op.cit,** p 200.

Puis que μ est le taux moyen de service pour chaque station, $k\mu$ représente le taux moyen de service pour le système de multiple service:⁽³⁴⁾

- Probabilité qu'aucune unité ne se trouve dans le système :

$$P(0) = 1 / (\sum_{N=0}^{k-1} (\lambda/\mu)^N / N! + ((\lambda/\mu)^k / k!) (k\mu / (k\mu - \lambda)))^N$$

- Le nombre moyen des unités dans la file :

$$L(q) = ((\lambda/\mu)^k \lambda\mu) / (k-1)! (k\mu - \lambda)^2 P(0)$$

- Le nombre moyen des unités dans le système :

$$L = L(q) + (\lambda/\mu)$$

- Le temps moyen que l'unité passe dans la file :

$$W(q) = L(q) / \lambda$$

- Le temps moyen que l'unité passe dans le système :

$$W = W(q) + (1/\mu)$$

- Probabilité d'attendre l'arrivée d'une unité pour un service, ou probabilité de trouver des unités dans le système :

$$P(w) = 1/k! (\lambda/\mu)^k (k\mu / (k\mu - \lambda)) P(0)$$

- Probabilité de N clients dans le système : pour $N < k$ —
 $P(N) = ((\lambda / \mu)^N / N!) P(0)$

Pour $N > k$

$$P(N) = ((\lambda / \mu)^N / k! k^{(N-k)}) P(0)$$

- Probabilité de N clients dans le système (système rempli):

$$P(n) = (\lambda / \mu)^n P(0)$$

2-3 les autres modèles de la théorie des files d'attente :

- La file M/G/1 :

Une file M/G/1 est caractérisée par un processus d'arrivée Poissonnien et par des temps de service indépendants et identiquement distribués selon une loi de probabilités « quelconque » (mais ne prenant que des valeurs non négatives).⁽³⁵⁾

- La file M/G/k :

Parmi les modèles les plus importants et réguliers dans la vie quotidienne, c'est l'absence d'une file d'attente ; l'unité qui arrive au serveur, doit être servie immédiatement, sinon, tous les serveurs sont considérés comme occupés, c'est-à-dire un surplus des unités dépassant le nombre de serveurs, ainsi, cette unité quittera le système sans être servie, ou reviendra pour le service ultérieurement.⁽³⁶⁾

Après avoir évoqué les objectifs et les modèles de la théorie des files d'attentes, nous présenterons dans ce qui suit une application sur le terrain.

3- l'application de la théorie des files d'attente au sein de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila 047- :

La file d'attente symbolise un problème auprès de tous ceux qui ont une approche fonctionnelle, pragmatique, opérationnelle de leur bureau de poste.⁽³⁷⁾

Elle constitue donc un outil très efficace à la résolution de plusieurs problèmes de la gestion bancaire.

Pour appliquer cette théorie nous avons choisi la banque Extérieure de l'Algérie comme siège d'accueil et plus précisément l'agence 047 M'sila.

1- Présentation de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila047-

1-1 Définition de la Banque Extérieure d'Algérie: la Banque Extérieure d'Algérie est une des banques algériennes détenue par l'Etat et soumise au droit commercial, elle facilite les relations économiques avec divers pays du monde.

Elle a été créée par le décret 67-204 du 1er Octobre 1967 au capital de 20 millions de dinars Algérien, et elle est l'une des premières banques qui s'est transformée en institutions indépendantes par la loi 88-61 du 12 Janvier 1989, la banque s'est transformée en une société par action au capital de 24 milliards de dinars Algérien⁽³⁸⁾, et modifié en 2011 à 76 milliards de dinars algériens, puis à 100 milliards de dinars algériens, et en 2015 le capital de la banque ont été soulevé également à 150 milliards de dinars Algérien.

2. Les objectifs de la Banque Extérieure d'Algérie:

La Banque Extérieure d'Algérie cherche à atteindre plusieurs objectifs, les plus importants peuvent être regroupés comme suit:

- Améliorer l'exportation de divers types d'activités économiques dans et en dehors du secteur des hydrocarbures.

- Améliorer les services bancaires à travers la diversification des produits bancaires appropriés aux exigences du marché.
- L'amélioration et le développement des opérations surtout le financement du commerce extérieur.

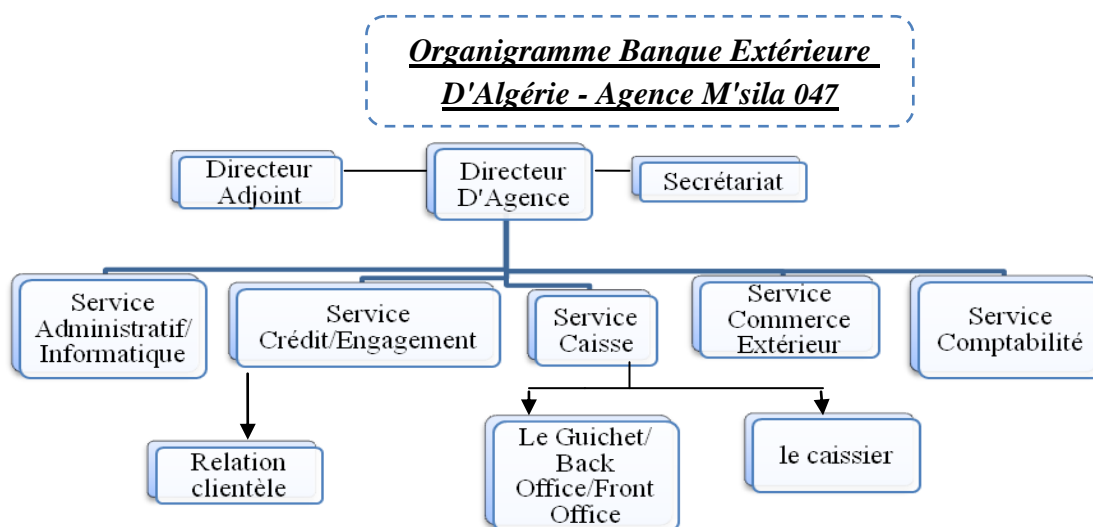
3. création de Banque Extérieure d'Algérie – l'agence M'sila 047-:

Elle a été créée en Mars 1989, et c'est une agence de la Direction régionale de Sétif, située dans le centre-ville de la Wilaya de M'sila, elle vise à atteindre plusieurs tâches et objectifs, on peut citer comme suit:

- Attirer le maximum de clients, en améliorant et en facilitant les services bancaires.
- Fournir une variété de prêts bancaires et de faciliter les procédures d'obtention de ces prêts, et ainsi répondre aux besoins des clients (particuliers et entreprises), (prêts d'exploitation, d'investissement, de consommation, d'immobilier, les prêts visant à soutenir l'emploi des jeunes).
- Améliorer les services au niveau des différents dans l'organisme, et en particulier les intérêts qui se caractérisent par l'arrivée d'un grand nombre de clients .

4. La structure organisationnelle de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila 047: Il existe 30 employés bancaires répartis en fonction de la structure organisationnelle présentée dans la figure (04):

Figure (04): structure organisationnelle réduite de la Banque Extérieure d'Algérie - agence M'sila 047



Source : élaborée par les deux chercheurs à partir des informations de l'agence bancaire.

2-L'application de la théorie des files d'attente dans les opérations de dépôt et retrait :

La file d'attente n'est pas un phénomène inattendu et soudain, il est prévu et organisé par l'entreprise qui gère l'affluence et l'écoulement des queues.⁽³⁹⁾

En effet toute entreprise doit organiser ce phénomène afin de gérer sa file d'attente, perfectionner son système et fidéliser ses clients.

Dans notre application au sein de l'agence BEA M'sila, le modèle M/M/1 est le plus utilisé. Dans un tel cas, nous supposons que la file est organisée selon la discipline FIFO.

Après nous avoir rapproché de l'agence bancaire (lieu d'étude) nous avons procédé au processus d'observation sur chacun des clients qui souhaiteraient effectuer un retrait ou dépôt d'argent et du caissier qui est en charge de l'octroi et réception de l'argent, et après une période de cinq(05) jours, nous avons pu enregistrer les points suivants:

- un seul caissier qui fait les deux opérations de retraits et de dépôts des fonds, sachant qu'un autre caissier adjoint est en congé annuel.
- Le nombre de clients qui arrivent à la file d'attente pour retirer ou déposer leurs fonds est de 400 clients durant la période étudiée.
- Nous avons compté le nombre d'arrivées à la file d'attente chaque 15 minutes (et en prenant en considération que la période qui reconnaît un grand nombre de clients était entre (09.00 h-14.00 h)). En conséquence, la période de temps de l'étude est de 20 périodes par jour pendant les 05 jours, et par conséquent le nombre de périodes d'étude est estimé de 100 périodes.
- Le nombre moyen de clients arrivant au caissier de banque pour retirer ou déposer de l'argent est de 4 clients.

$$\lambda = 400/100 = 4$$

- On a enregistré un retard dans l'exécution des retraits et des dépôts de 15 minutes, alors le nombre de périodes étudiées ont été réduites à 19, et de là le nombre total de périodes durant les 5 jours d'étude est de 95 (19 X 05 = 95).
- Taux moyen du service pour fournir et recevoir l'argent par le caissier μ est calculé comme suit:

$$\mu = 400/95 = 4.21$$

L'une des conditions de base pour l'application de la théorie des files d'attente est remplie, en effet $\mu > \lambda$.

- la probabilité de l'inexistence d'un client dans la file d'attente devant la caisse:

$$p_0 = 1 - (\lambda / \mu)$$

$$p_0 = 0,05$$

Cet indicateur montre que la probabilité de n'avoir aucun client en file d'attente est de 5%, tandis que 95% restante indique la probabilité de présence des clients, et qui est connu aussi comme le facteur d'exploitation, calculé comme suit:

$$P_w = \lambda / \mu = 4/4.21 = 0,95$$

- le nombre moyen de clients dans une file d'attente:

$$L_Q = (\lambda)^2 / (\mu(\mu - \lambda))$$

$$L_Q = 18.18$$

Cet indice montre que le nombre moyen de clients en file d'attente est de 18 clients au plus.

- Le nombre moyen de clients dans le système:

$$L = 18.18 + (4 / 4,21)$$

$$L = 19,13$$

Cet indicateur montre que le nombre de clients dans la banque sollicitant le service de dépôt ou de retrait est de 19 clients au plus.

- le temps moyen passé par un client dans la file:

$$W_Q = 18.18 / 4$$

$$W_Q = 4,54 \text{ m.}$$

Où : 4,54 m X 15 minutes = 68,1 minutes, ce qui signifie que chaque client doit attendre une durée de 68,1 minutes devant une file d'attente, ce qui est une période très longue, il faudrait que la direction de la banque de façon générale et le caissier de manière particulière réduisent cette période au maximum afin que la banque arrive à satisfaire ses clients au plus haut niveau, ce qui améliore le service fourni.

- Le temps moyen qu'une unité passe dans le système:

$$W = 4,54 / (1 + 4,21)$$

$$W = 0,87 \text{ m.}$$

Ainsi: 0,87 m X 15 minutes = 13.05 minutes, ce qui signifie que chaque client attend 13.05 minutes devant la banque, qui est une durée assez longue et n'aboutit pas à satisfaire les clients du service bancaire fourni.

Après avoir noté le résultat de chacun du temps moyen du système W et taux moyens du temps passé dans la file W_Q , nous pouvons conclure que la durée attendue par le client dans la file d'attente au sein de la Banque Extérieure d'Algérie agence de M'sila est très longue, et la banque devra réagir pour réduire cette durée le maximum possible, et cela par l'ouverture d'une deuxième caisse pour remplacer le caissier durant son absence.

Conclusion:

Le but étant d'obtenir une solution qui correspond aux attentes de la banque ainsi de satisfaire au mieux les clients, la théorie des files d'attente est un moyen qui permettra de prendre les bonnes décisions qui conduiront à une utilisation efficace des ressources avec le moindre coût.

A cet effet il semble opportun de prendre plus en considération le problème des files d'attente, afin d'aider les responsables en la matière à prendre les meilleures décisions.

Les résultats:

- il est possible d'utiliser la théorie des files d'attente au niveau des banques commerciales opérantes en Algérie, aussi facilement, de sorte que la banque bénéficiera des résultats de l'application de ce type de recherche opérationnelle pour prendre les décisions appropriées au temps opportun.
- L'utilisation de la théorie des files d'attente par les banques pourrait être un avantage pour la banque, surtout si cette dernière est en mesure de réduire le temps d'attente de ses clients, et d'être

ainsi en mesure d'attirer d'autres clients, conduisant ainsi à une augmentation des revenus de cette banque.

- la théorie des files d'attente pourrait être utilisée au niveau des autres services ou structures, comme le service de crédit et des relations clientèles, où la durée d'attente des clients peut être déterminée, et donc la banque pourra être en mesure de gérer et traiter un maximum de dossiers de crédit, et ouvrir des comptes bancaires de multiple rendement.

Les suggestions :

Il s'avère important pour toutes les banques d'utiliser les solutions apportées par la théorie des files d'attente pour aider les gestionnaires à prendre les meilleures décisions, **pour y arriver il faut :**

- sensibiliser les directeurs des banques pour agir et réduire le temps d'attente des clients au maximum et ainsi **améliorez l'efficacité des services bancaires et augmentez leurs revenus.**
- prendre en considération le mécontentement des clients et mettre à leurs dispositions des moyens de distraction.
- transformer le temps d'attente dans les files en valeur ajoutée par la diffusion des informations ou de la publicité.
- optimiser l'attente des clients et concevoir des outils électroniques pour traiter leurs opérations (par exemple des caisses automatiques).

Bibliographie:

- (1)- J-C. MOISDON et M. NAKHLA, **Recherche opérationnelle: méthodes d'optimisation en gestion**, transvalor presses des mines, France, 2010, p-p 07- 08.
- (2)- A.DRIDRI , **Le rôle de l'utilisation des modèles de file d'attente dans l'amélioration de la qualité des services de santé : étude de cas la fondation de la santé publique Rzik Younes**, mémoire de magistère, université de Mohamed Khider, Biskra, Algérie, 2014, p 41. (traduction libre).
- (3) - J-C. MOISDON et M. NAKHLA, **op.cit**, p 08.
- (4) - W.J YOUNGBARE, **Méthodes d'Aide à la Décision Appliquées pour le développement au Burkina Faso : la méthodologie fata envelopment analysis** , l'Harmattan, Paris ,2014, p 20.
- (5) - J-C. MOISDON et M. NAKHLA, **op.cit**, p 05.
- (6) - A. HEBAL **application de la programmation linéaire à la minimisation de chute relative au processus productifs : étude de cas a ALGAL**, revue des sciences économiques et de gestion, N° 13 , Sétif, Algérie, 2013, p 94.
- (7)- M. RATOUL, **Recherche opérationnelle**, office des publications universitaire, 2^{ème} édition, Algérie, 2006, p 12-13 .(traduction libre).
- (8)- **IBID**, p 103.
- (9)- **IBID**, P 155.
- (10) - **IBID**, P 289.
- (11) - A. ABDELHAMID BOUKHARI, **Modèle de prise de décision**, conférence en économie administrative 610, université de Malek Abd Alaziz, Emirats Arabes Unis, p 18, cité du site : www.kau.edu.sa/Files/0002132/Subjects/ME2.pdf , Visité le 03/03/2017, à 18:29 h (traduction libre).
- (12) - R.HASSEN et S.HAMOUD, **L'usage des méthodes quantitatives dans la rationalisation et la prise des décisions, accord de crédit dans les banques commerciales**, le 6^{ème} séminaire national sur les méthodes quantitatives et leurs roles dans les décisions de gestion, le 23-24 Novembre, Skikda Algérie, 2008, p-p 7-8, selon : -ARY RANDAR, NADJRADJ, modélisation des décisions et recherche opérationnelle en utilisant les page de publication électronique, arabisation : MOSTEFA MOSTEFA MOUSSA, Dar El Merikh de la publication, Ryadh, 2007, p 371.(traduction libre).
- (13) -<http://neocarto.hypotheses.org/731> , visité le 15/02/2017 à 21 :20h..
- (14) - R. BOUGUERRA, recherche **opérationnelle** , 2^{ème} partie **initiation à la prise de décision**, publication de l'université de Msila, 2012, p 192. (traduction libre).
- (15) - F. A. MEYER, **Appliquer le ToC Lean Six Sigma dans les services: Déployer et mettre en œuvre les méthodes et outils d'une relation de service performante et durable**, Lexitis éditions, Paris, 2014, p-p 150-151.
- (16) - A. DRIDRI, **op.cit**, p 46 .(traduction libre).
- (17) - F. A. MEYER, **op.cit**, p 151.
- (18)- A. DRIDRI, **op.cit**, p 47. (traduction libre).
- (19) -H MATHE M.DUBOSSON ET M.ROUSSEAU, **Le service global: innovations et stratégies internationales de développement dans les services**), Maxima, Paris, 1997, p 328.
- (20) - S. FATEH, A.HAOUAS et S. BOUCHOUL, **Analyse des files d'attente des services en utilisant les modèles des files d'attente et son rôle dans la prise de décision d'amélioration de la qualité**, p 08 (traduction libre).
- (21) -F. A. MEYER, **op.cit**, p 151.
- (22) - David R. Anderson and others, **Méthodes quantitatives du Business**, South-western Cengage learning ,USA, 2013, p 17. (traduction libre).
- (23) - J .F. HÊCHE, T.M. LIEBLING et D de WERRA, **Recherche opérationnelle pour ingénieurs II**, 1^{ère} édition, presses polytechniques universitaires et romandes, Lausanne, 2003, p 103.
- (24) - F. A. MEYER, **op.cit**, p 153.

- ⁽²⁵⁾ - N. ARRAR , **Problèmes de convergence, optimisation d'algorithmes et analyse stochastique de systèmes de files d'attente avec rappels**, thèse de doctorat en mathématiques appliquées, Université Panthéon Sorbonne - Paris I; Université Badji Mokhtar-Annaba, 2012, p-p 14 - 15.
- ⁽²⁶⁾ - R. BOUGUERRA, **op.cit**, p 193. (traduction libre).
- ⁽²⁷⁾ -R.BOUGUERRA, **Détermination du niveau d'utilisation des modèles des files d'attente comme l'un des méthodes quantitatives dans l'administration, étude de l'hôpital Zahraoui à M'sila**, revue des sciences économiques et sciences de la gestion, N° 7, 2007, M'sila, Algérie, p 159. (traduction libre).
- ⁽²⁸⁾ - A.FATEH , A. HAOUAS et S . BOUCHOUL, **op.cit**, p10.
- ⁽²⁹⁾ - R. BOUGUERRA, **Recherche opérationnelle 2^{ème} partie initiation à la prise de décision**, **op.cit** , p 208. (traduction libre).
- ⁽³⁰⁾ - OG Rouge, tp de clôture : **Modélisation de files d'attente**, École Centrale Marseille Année 2008-2009, p1.
- ⁽³¹⁾ - A.FATEH , A. HAOUAS et S . BOUCHOUL, **op.cit**, p08. (traduction libre).
- ⁽³²⁾ - R. BOUGUERRA, **recherche opérationnelle 2^{ème} partie initiation à la prise de décision**, **op.cit**, p-p 197- 198 .(traduction libre).
- ⁽³³⁾ - A.FATEH , A. HAOUAS et S . BOUCHOUL, **op.cit**, p09. (traduction libre).
- ⁽³⁴⁾ - R. BOUGUERRA, **Recherche opérationnelle 2^{ème} partie initiation à la prise de décision**, **op.cit** ,p-p 202- 203. (traduction libre).
- ⁽³⁵⁾ - J .F. HÊCHE, T.M. LIEBLING et D de WERRA, **op.cit**, p125.
- ⁽³⁶⁾ - R. BOUGUERRA, **Recherche opérationnelle 2^{ème} partie initiation à la prise de décision**, **op.cit**, p 211 (traduction libre).
- ⁽³⁷⁾ - A. AOULI, **Organisation des bureaux de poste et gestion de la file d'attente : analyse des interactions guichetier-client**, La Revue des Sciences de Gestion, 5/2011 ,N° 251, France, p 160.
- ⁽³⁸⁾ - Ordre 67/204 comportant la loi fondamentale de la Banque Extérieure d'Algérie.
- ⁽³⁹⁾ - V.CHEsNEAU , **Les supermarchés du loisir** , *Cités*, 3/2001 N° 7, p 105, cité du site :
- https://www.cairn.info/article.php?ID_ARTICLE=CITE_007_0093, Visité le 19/03/2017, à 00:22h.