

Evaluation des critères de performance du système de télécommunication

Muamba Kasolo Théodore

Chef de Travaux à l'Institut Supérieur de Commerce de Kananga (ISC/KGA)
Chercheur aux études de 3^{ème} Cycle à l'Université Pédagogique de Kananga
Faculté des Sciences
Département de Mathématique & Informatique

doi: <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.04124>

Published July 07, 2024

Citation : Théodore M.K. (2024) Evaluation des critères de performance du système de telecommunication, *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies: Mathematics, Statistics, Quantitative and Operations Research*, 5(4),1-13

Résumé : *L'évaluation des critères de performance dans le domaine des télécommunications est essentielle pour mesurer l'efficacité des opérations, la qualité du réseau et l'expérience client. Cette évaluation repose sur les trois points dont : l'analyse des données, l'utilisation des données et le domaine d'évaluation. L'analyse des données permet aux entreprises de formuler des indicateurs clés de performance qui sont utilisés pour évaluer le succès par rapport aux objectifs définis. L'utilisation des données permet de comprendre les clients pour optimiser les interactions ; améliorer la satisfaction client en analysant leur comportement et en prévoyant leurs besoins ; personnaliser l'expérience client et réduire les coûts opérationnels et améliorer la gestion des risques. Le domaine d'évaluation inclus la qualité de service ; la performance du réseau, ainsi que l'Accessibilité. L'objectif majeur de cette évaluation est de garantir des services de télécommunication performants et satisfaire les clients.*

Mots clés : Evaluation, critères de performance, système, télécommunication.

INTRODUCTION GENERALE

Les réseaux d'informations électroniques connectés sont devenus une partie intégrante de notre vie quotidienne. Les entreprises en tout genre, comme les instituts médicaux ou les établissements financiers et scolaires, utilisent ces réseaux pour leur bon fonctionnement. Elles utilisent le réseau en recueillant, en traitant, en stockant et en partageant d'énormes quantités d'informations numériques. Comme de plus en plus d'informations numériques sont rassemblées et partagées, ces entreprises font face aux

défis que voici : les rejets des requêtes en cas de perturbation de réseau, le taux faible du signal (connexion), manque de notification en cas d'acceptation de la requête, manque d'algorithmes pour signifier que la transaction a eu lieu et à la bonne personne, ... Pour palier à ces problèmes, l'analyse des indicateurs clés de performance ou KPI (Key Performance Indicator) dans le secteur des télécommunications est essentielle pour évaluer et améliorer les performances d'une entreprise.

Dans le contexte de la télécommunication, pour le partage des informations, les entreprises ont besoin d'analyse des indicateurs clés de performance (KPI) pour évaluer et améliorer les performances d'une entreprise en vue de la satisfaction client. Les entreprises ont besoin des éléments suivants pour évaluer les critères de performance d'un système dans la vente des services, à savoir : analyse des données et les indicateurs clés de performance (KPI). L'analyse des données joue un rôle crucial dans la définition des KPI. Elle consiste à examiner de vastes ensembles de données pour identifier des tendances et obtenir des informations précieuses. Les données permettent d'évaluer tous les aspects de l'entreprise, de détecter les problèmes, d'apporter des améliorations continues et de créer des opportunités de croissance. Les Indicateurs clés de performance (KPI) qui sont des paramètres mesurables qui permettent d'évaluer le succès d'une entreprise par rapport à des objectifs définis. Dans le contexte des télécommunications, le KPI détermine l'Accessibilité, Taux de rétention des clients, Réduction de la fraude, Coûts opérationnels, Satisfaction client.

Evaluation des critères de performance du système de télécommunication

Evaluation des critères de performance

L'**évaluation** est une fonction qui consiste à porter une appréciation aussi systématique et objective que possible sur un projet en cours ou achevé, un programme ou un ensemble de lignes d'actions. Elle vise à déterminer la pertinence des objectifs et leur degré de réalisation, l'efficacité par rapport au développement, l'efficacité, l'impact et la viabilité. C'est un processus essentiel pour mesurer, analyser et améliorer nos actions, en prenant en compte diverses perspectives et en contribuant à une prise de décision éclairée.¹

¹Claude Billet, « Le guide des techniques d'évaluation », 2^{ème} Ed. Dunod, Paris, février 2008, P. 103.

La détermination des critères de performance dans le domaine des télécommunications est essentielle pour évaluer l'efficacité et la qualité des systèmes de communication. Les éléments clés à considérer sont : l'analyse des indicateurs clés de performance et l'utilisation des données pour améliorer les performances. Les ICP doivent être pertinents pour l'entreprise et fournir des informations concrètes pour l'amélioration continue et garantir des performances optimales dans le secteur des télécommunications.

Problèmes constatés

Les perturbations dans la fourniture du réseau peuvent entraîner des problèmes tels que :

- Lors de perturbation de réseaux, les requêtes sont acceptées, mais le service n'est pas consommé ;
- La requête est refusée, mais le service est vendu doublement ou triplement à force d'insister ;
- La transaction est assurée, mais n'a pas profitée au destinataire (bénéficiaire)

Les perturbations du réseau peuvent être causées par divers facteurs techniques, tels que des problèmes de maintenance, des pannes matérielles ou des problèmes de connectivité. Les opérateurs de téléphonie mobile doivent travailler généralement à résoudre ces problèmes pour minimiser les inconvénients pour les abonnés.

Pour contourner ces difficultés qui guettent les clients consommateurs de ces services, nous chercherons à déterminer le débit d'un signal pour qu'il soit dit de bonne qualité, parler de la fréquence et puis, parler de la Gestion de la Relation Client.

Qualité du signal

Définition :

Un signal est une fonction mathématique qui représente une quantité variable en fonction du temps, de l'espace ou d'autres variables indépendantes. Les signaux sont couramment utilisés en traitement du signal, en télécommunications, en électronique, en acoustique et dans d'autres domaines scientifiques et techniques.²

² Hervé Reinhard, « Éléments de mathématiques du signal », troisième édition, Dunod, Paris, le 15 juin 2002, P.225-230.

Formellement : un signal est une fonction $x(t)$ dépendant du temps (t) , où (t) peut être continu (dans le cas des signaux analogiques) ou discret (dans le cas des signaux numériques). Les signaux peuvent être classés en différentes catégories, telles que les signaux continus, les signaux discrets, les signaux périodiques, les signaux aléatoires, etc.

Signaux analogiques et numériques

Les signaux analogiques et numériques sont des concepts essentiels en électronique et en communication.

Signal analogique³

- Un signal analogique est une variation continue d'une grandeur physique dans le temps. Par exemple, la tension électrique dans un circuit électrique peut être représentée par un signal analogique.
- Les signaux analogiques sont sensibles aux perturbations et peuvent être difficiles à traiter. Ils nécessitent souvent un temps de traitement relativement élevé.
- Un exemple courant de signal analogique est une onde sinusoïdale, comme celle produite par un microphone captant un son.

La conversion d'un signal analogique en signal numérique se fait à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique, dont la formule générale pour cette conversion est:

$$\text{Valeur numérique} = \frac{\text{Tension d'entrée}}{\text{Tension de référence}} \times 2^n$$

Itante après la conversion.
alogique que nous souhaitons

converti.

- **Tension de référence** : La tension de référence fournie au CAN (généralement une tension constante).
- **n** : Le nombre de bits du CAN (c'est-à-dire le nombre de valeurs discrètes que le CAN peut représenter).

En utilisant cette formule, nous pouvons obtenir une valeur numérique discrète qui représente le signal analogique. Plus le nombre de bits (n) est élevé, plus la résolution de la conversion est précise.

³ Véronique Coat et Kidiyo Kpalma, « "Traitement Numérique du Signal : Théorie et applications" , Éd. ELLIPSES, Paris, le 29 octobre 2003, P.211-217.

Signal numérique

Un signal numérique, en revanche, représente une grandeur physique en utilisant des valeurs discrètes (habituellement 0 et 1) sous forme binaire. Les signaux numériques sont peu sensibles au bruit et offrent plusieurs avantages tels que : Facilité de stockage ; Possibilité de transmettre différents types d'informations (vidéos, audio, etc.) sur un même signal ; Restitution précise de l'information et la Détection et correction d'erreurs lors de la transmission.

La conversion d'un signal numérique en signal analogique se fait à l'aide d'un convertisseur numérique-analogique (CNA). Voici la formule générale pour cette conversion :

$$\text{Valeur de sortie (analogique)} = \frac{\text{Valeur numérique}}{2^n} \times \text{Plage de tension}$$

présente le

- ✓ **Valeur numérique** : La valeur numérique discrète que nous souhaitons convertir en signal analogique.
- ✓ **n** : Le nombre de bits du CNA (c'est-à-dire le nombre de valeurs discrètes que le CNA peut représenter).
- ✓ **Plage de tension** : La plage de tension de sortie du CNA (par exemple, entre 0 V et 5 V).

En utilisant cette formule, nous pouvons obtenir une tension de sortie qui correspond au signal analogique souhaité. Plus le nombre de bits (n) est élevé, plus la précision de la conversion est élevée.

Détermination du débit de signal dans un réseau de téléphonie mobile

Pour déterminer le débit d'un signal dans un réseau de téléphonie mobile, il existe plusieurs méthodes :

- ✓ **Test de débit 4G / 5G** :

Vous pouvez réaliser un test de débit directement depuis votre téléphone portable. Ce test vous donnera des informations sur les débits descendant et ascendant, ainsi que le temps de latence (ping). Il est recommandé de désactiver le Wi-Fi de votre smartphone avant de lancer le test pour obtenir des résultats précis. Peu importe l'opérateur (Orange, Vodacom, Teleco, etc.), le résultat reste fiable.

- ✓ **Formule de Shannon-Hartley** :

La capacité théorique d'une ligne de communication peut être calculée en utilisant la formule de Shannon-Ha

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

(C) est la capacité en bits par seconde (bit/s)

(B) est la bande passante en hertz (Hz)

(S/N) est le rapport signal sur bruit en décibels (dB)

- ✓ **Théorème de Nyquist** : Ce théorème fixe le débit binaire maximal d'un signal (s) comme suit :

$$D_{\max}=2 \cdot F \cdot \log_2(m)$$

où (m = 2) et (F) est la fréquence du signal.

Par exemple, si (F=3000), le débit binaire maximal serait de 6000 bits/sec.

- Le débit montant (également appelé « **upload** » ou ascendant) correspond aux flux de données que vous envoyez depuis votre ligne Internet. Ce débit est par exemple utilisé pour l'acheminement d'e-mail, le partage de photos sur les réseaux sociaux ou encore l'envoi ou la sauvegarde de tout type de données dans le cloud.
- Le débit descendant (aussi appelé « download » ou débit en téléchargement) désigne le flux de données numériques que vous recevez sur votre ligne Internet. C'est ce débit qui détermine la vitesse à laquelle un fichier peut être téléchargé sur votre appareil connecté. Il sert notamment pour le téléchargement de fichiers, le visionnage de films en streaming ou pour ouvrir une page web.
- Le ping (Packet Internet Groper) ou la latence qui permet de mesurer le temps (en millisecondes) mis par des paquets de données numériques pour réaliser l'aller-retour entre votre ordinateur et le réseau internet. La latence est un paramètre important à prendre en compte puisqu'elle permet par exemple de regarder un film en streaming sans ralentissement ni coupure.

Plus ces deux débits sont élevés et plus la vitesse de votre connexion Internet sera performante.

Lorsque vous souscrivez à une offre Internet, vous remarquerez sûrement que le débit montant affiche un débit plus faible qu'un débit descendant. Cela s'explique par le fait qu'un internaute reçoit beaucoup plus de données qu'il n'en envoie. Ainsi, pour des raisons économiques, les fournisseurs d'accès à Internet octroient moins de débit montant au sein de leur offre. Il existe cependant des offres proposant des débits dits « symétriques » qui apportent un débit montant (upload) et un débit descendant (download) presque identique.

Les débits symétriques⁴

⁴ Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, et David J. Wetherall, « Computer Networks », 6^{ème} Ed., Pearson Higher, Paris, 2021, P.442-450.

Dans un réseau de communication, un débit symétrique est un débit de transmission de données qui est identique en amont et en aval. En d'autres termes, la vitesse de téléchargement est équivalente à la vitesse de téléversement. Pour garantir un débit symétrique, un algorithme de gestion efficace des flux de données est essentiel.

Les **débits symétriques** offrent plusieurs avantages, en particulier pour les entreprises. Voici quelques-uns d'entre eux :

1. **Équilibre entre téléchargement et envoi :**

- Avec des débits symétriques, la vitesse de téléchargement (download) est la même que la vitesse d'envoi (upload). Cela signifie que vous pouvez transférer des fichiers volumineux vers le cloud ou d'autres services aussi rapidement que vous les téléchargez. C'est idéal pour les entreprises qui ont besoin d'une utilisation équilibrée des deux directions.

2. **Pas de goulot d'étranglement :**

- Les débits symétriques garantissent que votre connexion Internet ne sera pas ralentie par des limitations en amont (upload). Vous pouvez donc profiter de performances constantes, même lorsque plusieurs utilisateurs téléchargent ou envoient des données simultanément.

3. **Collaboration et services cloud :**

- De nombreuses entreprises utilisent des services cloud pour stocker des fichiers, collaborer et accéder à des applications en ligne. Des débits symétriques assurent une expérience fluide lors de l'utilisation de ces services.

4. **Téléchargement rapide de fichiers :**

- Si vous devez transférer des fichiers vers des clients, des partenaires ou d'autres sites, des débits symétriques vous permettent de le faire rapidement. Cela peut améliorer l'efficacité de votre entreprise.

Voici un exemple d'algorithme simple pour assurer un débit symétrique :

Algorithme

1. Définir la capacité maximale du canal (en bits par seconde) pour les flux de données.
2. Diviser cette capacité en deux parts égales : débit descendant et débit montant.
3. Pour chaque flux de données entrant :
 - Si le flux est en direction du serveur (téléversement), attribuer une part du débit montant.
 - Si le flux est en provenance du serveur (téléchargement), attribuer une part du débit descendant.
4. Répartir équitablement les ressources de débit entre tous les flux actifs.
5. Surveiller en permanence l'utilisation du débit et ajuster la répartition si nécessaire pour maintenir un équilibre symétrique.

Cet algorithme garantit que les ressources de débit sont réparties de manière égale entre les flux entrants et sortants, assurant ainsi un débit symétrique pour tous les utilisateurs du réseau de communication.

Traitement numérique des signaux⁵

Le traitement numérique du signal est une discipline qui étudie les techniques de traitement, d'analyse et d'interprétation des signaux numérisés. Contrairement au traitement des signaux analogiques, qui est réalisé par des dispositifs en électronique analogique, le traitement des signaux numériques est effectué par des machines numériques telles que des ordinateurs ou des circuits dédiés. Le traitement numérique présente quelques avantages du traitement numérique par rapport au traitement analogique :

- ✓ Immunité au bruit partiel : Un signal codé numériquement n'est pas bruité tant qu'aucun calcul n'est effectué ou que ceux-ci sont réalisés avec une précision arbitrairement grande. Cela permet de mettre en cascade un grand nombre d'opérations. Cependant, l'échantillonnage et les erreurs d'arrondi peuvent encore générer du bruit d'échantillonnage.
- ✓ Souplesse : Le traitement numérique est facilement ajustable ou paramétrable en cours de fonctionnement. Il peut également s'adapter automatiquement à l'évolution du signal d'entrée au fil du temps. La capacité des machines numériques à enchaîner des séquences d'opérations facilite la réalisation d'algorithmes de traitement complexes.
- ✓ Mémorisation : La facilité de mettre un signal en mémoire permet de réaliser des retards facilement, ce qui ouvre la voie à une grande variété de filtres et d'opérations de corrélation. De plus, cela permet d'accéder à des traitements itératifs, fonctionnant par raffinements successifs.

Cependant, il existe quelques limites au traitement numérique :

- La numérisation elle-même peut dégrader le signal en raison d'une quantification ou d'un échantillonnage insuffisant.
- Les calculs numériques ne sont pas exempts d'erreurs en raison des arrondis.
- Le traitement numérique est généralement plus lent, plus consommateur de ressources matérielles et plus gourmand en ressources que l'approche analogique. Cependant, les progrès de la microélectronique réduisent de plus

⁵ Maurice Bellanger, "Traitement numérique du signal", 10^{ème} édition Dunod, Paris, 2022, P.320-325.

en plus l'impact de ces défauts et autorisent le recours au traitement numérique d'un signal pendant sa transmission, dans un vaste domaine d'applications.

II : recommandations

II.1. Gestion de la relation client en télécommunication⁶

Afin de rester compétitif dans le contexte économique actuel, les opérateurs doivent proposer aux utilisateurs une expérience de qualité. Cette capacité est essentielle afin de conquérir de nouveaux clients, mais également de les conserver. Il s'agit d'un facteur primordial de différenciation sur le marché. Pour ce faire, l'emploi du CRM (Customer Relationship Management) en français, Gestion de la Relation Client) est une stratégie essentielle pour les entreprises.

Définition du CRM⁷

Le CRM est une approche qui vise à gérer et optimiser les relations entre une entreprise et ses clients, prospects et partenaires commerciaux. Cela inclut la gestion des interactions, des communications et des documents liés aux clients.

Une stratégie CRM vise notamment à créer une expérience client personnalisée pour chaque prospect et client, à unifier les interactions, à automatiser les tâches répétitives, à développer votre activité commerciale, et en fin aider votre force de vente à conclure davantage de transactions. Il faut donc retenir que les trois piliers du CRM sont : Centralisation, Automatisation et Optimisation.

L'objectif principal du CRM est d'améliorer les relations commerciales. Il permet aux entreprises d'approfondir et de profiter de leurs relations avec les clients, utilisateurs de services, collaborateurs, partenaires et fournisseurs. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable que les opérateurs proposent des interfaces cohérentes, intégrées et efficaces à travers l'ensemble des canaux, tant physiques que numériques, tout au long du parcours d'achat. Aujourd'hui, les consommateurs sont en effet avertis et s'attendent à avoir une interaction continue sur l'ensemble des points de contact qu'ils utilisent sur internet, sur un téléphone mobile, via un call center ou en magasin.

Cependant, les obstacles pour arriver à ce résultat sont considérables, dans un marché où la compétition est féroce et où les clients sont constamment à la recherche d'une

⁶ Frédéric Jallat, Ed Peelen, Eric Stevens, Pierre Volle, "Gestion de la relation client", 5^{ème} édition, Paris, le 29 juin 2018. P.320-335.

⁷ Eve-Marie GUIDIER, "CRM - Comprendre le rôle de l'outil dans la gestion de la relation client", Eni Editions, 16 novembre 2022, P.75-80.

meilleure offre, aboutissant à un taux élevé de désabonnement. Pour gagner cette bataille, les opérateurs ont de plus en plus tendance à consolider leurs systèmes autour d'une plate-forme unique capable de supporter l'ensemble de leurs canaux de ventes, de management et de services clients. Pour apporter une réelle valeur, une plate-forme de commerce spécifique au secteur des télécoms doit répondre à un certain nombre d'exigences particulières dont l'expérience client, sa fidélité, sa rétention, etc.

Conseils pour améliorer la performance du système de télécommunication⁸

Pour améliorer la performance du système de télécommunication et satisfaire les clients, les managers doivent tenir compte de quelques préalables tels que :

- **Analyse des indicateurs clés de performance (KPI) :** L'analyse des données est essentielle pour évaluer la performance. Les KPI permettent de mesurer le succès par rapport à des objectifs définis. Ils couvrent des aspects tels que les opérations, les performances du réseau, l'expérience client et la rentabilité.
- **Compréhension des exigences des utilisateurs et des applications :** Il est crucial de connaître les besoins des utilisateurs et des applications pour adapter le système en conséquence.
- **Surveillance et maintenance du réseau :** Assurez-vous de surveiller régulièrement le réseau pour détecter les problèmes et les corriger rapidement.
- **Utilisation d'outils d'analyse de la performance :** des outils tels que les sondes de performance, les analyseurs de trafic et les systèmes de gestion des performances peuvent aider à identifier les goulots d'étranglement et à optimiser les performances.
- **Optimisation de la configuration des équipements réseau :** Configurez les équipements réseau de manière optimale pour garantir une utilisation efficace des ressources.
- **Mise en place d'accords de niveau de service (SLA) :** Établissez des SLA avec des objectifs de qualité de service (QoS) pour répondre aux attentes des clients.
- **Innovation et technologies émergentes :** Explorez les innovations telles que l'intelligence artificielle (IA) pour améliorer les services clients et optimiser les interactions.

En appliquant ces stratégies, vous pourrez améliorer la performance de votre système de télécommunication et offrir une meilleure expérience à vos clients.

⁸ Guy Pujolle, « Les réseaux », Édition Eyrolles, Paris, le 30 juin 2002, P. 540-550.

Toutes les difficultés ci-haut soulevés ont suscité notre attention. Pour ce faire, pour contourner ces désagréments, nous proposons comme apport scientifique, nous proposons un Algorithme pour annuler une transaction en téléphonie mobile si le signal est inférieur à 50% : cet algorithme permettra d'améliorer le service de messagerie et crédit dédié à un client.

Voici un exemple :

1. Lorsqu'une transaction est initiée sur un appareil mobile, un suivi de la force du signal est effectué en continu.
2. Si la force du signal descend en dessous de 50%, le système prend la décision d'annuler la transaction en cours.
3. Une notification est envoyée à l'utilisateur pour l'informer de l'annulation de la transaction due à une mauvaise connectivité.
4. La transaction est automatiquement annulée et les fonds (s'il s'agit d'un paiement) sont remboursés.
5. Proposer à l'utilisateur de réessayer la transaction une fois que le signal s'est amélioré.

Voici l'algorithme en pseudocode qui pourrait être utilisé pour cela :

Début

Nb_tentatives = 1

Pour Nb_tentatives=1 à N faire

Si signal >50,

Transaction acceptée (service fourni)

Sinon

Transaction rejetée

// compter le nombre de fois que la transaction a été rejetée chez les clients en vue d'améliorer les services

Nb_tentatives=Nb_tentatives+1

Fin si

Fin pour

Fin

Cet algorithme permet de garantir que les transactions effectuées sur un appareil mobile disposent d'une connectivité minimale nécessaire pour assurer leur bon déroulement, évitant ainsi les problèmes liés à une mauvaise qualité du signal ; ce qui peut éviter aussi des erreurs ou des pertes de données pour l'utilisateur.

CONCLUSION

Notre rédaction a été consacrée sur : « Evaluation des critères des performances du système de télécommunication dans la vente des services ». Au cours de cette rédaction, nous avons abordé les notions sur l'évaluation des critères de performance du système de télécommunication, ainsi que des Recommandations.

Pour évaluer l'efficacité et la qualité des services fournis par les systèmes de télécommunication, nous avons étudié les indicateurs de performances et ainsi déterminé leurs critères.

Pour contourner toutes ces difficultés qui guettent les clients consommateurs de ces services, nous conseillons l'utilisation d'un débit symétrique qui est un débit de transmission de données identique en amont et en aval.

Ensuite, pour arriver à fidéliser la clientèle, conquérir des nouveaux clients et les conserver, nous avons reformulé les recommandations. Nous conseillons aux managers de téléphonie mobile de faire l'emploi du CRM (Customer Relationship Management) en français, Gestion de la Relation Client) qui est une stratégie essentielle pour les entreprises. Cette approche vise à gérer et optimiser les relations entre une entreprise et ses clients, prospect et partenaires commerciaux. Notamment, il sert à créer une expérience client personnalisée pour chaque prospect et client, à unifier les interactions, à automatiser les tâches répétitives, à développer les activités commerciales, et en fin aider votre force de vente à conclure davantage de transactions.

Pour améliorer la performance du système de télécommunication et satisfaire les clients, les managers doivent tenir compte de quelques préalables tels que : l'analyse des indicateurs clés de performance, la compréhension des exigences des utilisateurs et des applications, la surveillance et maintenance du réseau, l'utilisation d'outils d'analyse de la performance, l'optimisation de la configuration des équipements réseau, la mise en place d'accords de niveau de service et l'innovation et technologies émergentes. En appliquant ces stratégies, vous pourrez améliorer la performance de votre système de télécommunication et offrir une meilleure expérience à vos clients.

En guise de conclusion, Comme contribution scientifique, nous avons proposé un Algorithme pour améliorer la performance du système. Cet algorithme permet

d'annuler une transaction si le signal est inférieur à 50% pour le service de messagerie et crédit dédié à un client. Cet algorithme permet de garantir que les transactions effectuées sur un appareil mobile disposent d'une connectivité minimale nécessaire pour assurer leur bon déroulement, évitant ainsi les problèmes liés à une mauvaise qualité du signal ; ce qui peut éviter aussi des erreurs ou des pertes de données pour l'utilisateur.

BIBLIOGRAPHIE

1. Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, et David J. Wetherall, "Computer Networks", 6^{ème} Ed., Pearson Higher, Paris, 2021.
2. Claude Billet, « Le guide des techniques d'évaluation », 2^{ème} Ed. Dunod, Paris, février 2008.
3. Eve-Marie GUIDIER, "CRM - Comprendre le rôle de l'outil dans la gestion de la relation client", Eni Editions, 16 novembre 2022.
4. Frédéric Jallat, Ed Peelen, Eric Stevens, Pierre Volle, "Gestion de la relation client", 5^{ème} édition, Paris, le 29 juin 2018.
5. Guy Pujolle, « Les réseaux », Édition Eyrolles, Paris, le 30 juin 2002.
6. Hervé Reinhard, « Éléments de mathématiques du signal », troisième édition, Dunod, Paris, le 15 juin 2002.
7. Maurice Bellanger, "Traitement numérique du signal", 10^{ème} édition Dunod, Paris, 2022.
8. Véronique Coat et Kidiyo Kpalma, « "Traitement Numérique du Signal : Théorie et applications", Éd. ELLIPSES, Paris, le 29 octobre 2003.