

Personnalisation de l'expérience dans MOBILES : approche systématique et indicateurs de performance des recommandations

Madjid Sadallah, Marie Lefevre

▶ **To cite this version:**

Madjid Sadallah, Marie Lefevre. Personnalisation de l'expérience dans MOBILES : approche systématique et indicateurs de performance des recommandations. LIRIS UMR 5205 CNRS/INSA de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Lumière Lyon 2/École Centrale de Lyon. 2024. ⟨hal-05129483⟩

HAL Id: hal-05129483

https://hal.science/hal-05129483v1

Submitted on 25 Jun 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Personnalisation de l'Expérience dans MOBILES

Approche Systématique et Indicateurs de Performance des Recommandations

Madjid Sadallah & Marie Lefevre

Décembre 2024

Ce rapport détaille une approche systématique conçue pour améliorer l'expérience utilisateur (UX) au sein de l'application MOBILES via des recommandations personnalisées. Fondées sur l'analyse fine du contenu consommé par les utilisateurs ainsi que de leurs comportements interactifs, ces recommandations sont structurées en stratégies distinctes qui ciblent les différentes étapes du parcours utilisateur. L'objectif est d'optimiser chaque point de contact, afin de rendre l'expérience non seulement plus fluide et agréable, mais également éminemment pertinente et adaptée à chaque individu. Six catégories stratégiques principales sont proposées, couvrant des aspects clés tels que l'initiation et l'intégration des nouveaux utilisateurs, la promotion d'un engagement durable, l'amélioration de la qualité des contributions, l'encouragement à la découverte urbaine, la stimulation de l'interaction et de la réflexion, ainsi que l'amélioration continue des performances applicatives et des algorithmes de recommandation eux-mêmes. Chaque stratégie est rigoureusement soutenue par des indicateurs quantitatifs spécifiques et des méthodes d'analyse d'impact, visant in fine à créer une expérience utilisateur globale plus enrichissante et profondément personnalisée.

1. Introduction

L'application MOBILES[1] est une plateforme numérique conçue pour accompagner les étudiants internationaux dans leur découverte et leur appropriation d'un nouvel environnement urbain. Elle leur offre des outils pour annoter leurs expériences, documenter leurs parcours et interagir avec une communauté d'utilisateurs partageant des intérêts similaires. Dans un tel contexte, où l'exploration personnelle et la contribution communautaire sont centrales, la qualité de l'expérience utilisateur (UX) revêt une importance capitale. Une UX positive et engageante est non seulement un facteur déterminant pour l'adoption initiale de l'application, mais elle est également cruciale pour assurer la rétention des utilisateurs à long terme, stimuler leur participation active et garantir la richesse et la diversité du contenu généré collectivement.

Pour maintenir un haut niveau d'engagement et de satisfaction, MOBILES doit faire face à plusieurs défis inhérents à ce type de plateforme. Comment guider efficacement les nouveaux utilisateurs à travers une richesse fonctionnelle potentiellement intimidante ? Comment maintenir l'intérêt des utilisateurs établis et prévenir le désengagement ? De quelle manière encourager la création de contributions de haute qualité et diversifiées ? Comment faciliter la découverte de lieux et de parcours inédits pour enrichir continuellement la base de connaissances de l'application ? La personnalisation de l'expérience apparaît comme une réponse stratégique à ces interrogations. En adaptant dynamiquement le contenu et les suggestions aux préférences et comportements

[1] Marie Lefevre, Raphaël Benedetto, Madjid Sadallah, Dominique Chevalier, Claire Cunty, et al.. MOBILES: A Mobile Application for Documenting the Urban and Social Experiences of International Students. 2024. URL: https://hal.science/hal-04771100

de chaque utilisateur, il devient possible de fournir un accompagnement plus pertinent et d'optimiser chaque interaction.

Le présent document propose une approche systématique pour l'amélioration de l'expérience utilisateur au sein de MOBILES, spécifiquement à travers la mise en œuvre d'un système de recommandations personnalisées. Les objectifs primordiaux de ce système sont les suivants :

1. **Structurer les stratégies d'amélioration de l'UX** en suivant les différentes étapes du parcours utilisateur, de l'intégration initiale à l'engagement durable et à la contribution active.
2. **Optimiser chaque point de contact** avec l'utilisateur en ajustant les interactions pour qu'elles soient non seulement plus fluides et agréables, mais aussi plus pertinentes et spécifiquement adaptées à ses besoins et intérêts.
3. **Créer une expérience utilisateur sur mesure** qui s'appuie sur l'analyse des données de consommation de contenu et des comportements d'interaction pour fournir des suggestions individualisées.

Le but ultime est de rendre l'ensemble de l'expérience MOBILES plus enrichissante, engageante et personnalisée pour chaque utilisateur.

L'approche adoptée pour la conception de ce système de recommandations repose sur une analyse approfondie du contenu consulté par les utilisateurs et de leurs schémas comportementaux au sein de l'application. Ce rapport détaille les différentes stratégies de recommandation, regroupées en six catégories thématiques qui adressent des aspects clés de l'expérience utilisateur. Pour chaque stratégie, nous définirons son objectif spécifique, les indicateurs quantitatifs utilisés pour son déclenchement et l'évaluation de son impact, les conditions précises de son activation, des exemples de formulation des recommandations, ainsi que les méthodes de vérification de son efficacité.

La section suivante, Section 2, présentera le cadre général et la philosophie de ces recommandations personnalisées. La Section 3, qui constitue le cœur de ce rapport, décrira en détail chaque catégorie et les stratégies associées, y compris leurs mécanismes de fonctionnement. Enfin, la Section 4 offrira une discussion sur la cohérence du système, le rôle des données, l'impact attendu et les défis potentiels, suivie d'une conclusion et des perspectives en Section 5.

2. Cadre général des recommandations dans MOBILES

La mise en place d'un système de recommandations personnalisées au sein de l'application MOBILES s'appuie sur une philosophie et une méthodologie structurée visant à maximiser la pertinence et l'efficacité de chaque suggestion. Ce cadre général définit les principes fondamentaux, les grandes orientations stratégiques et l'approche méthodologique commune à l'ensemble des stratégies de recommandation.

2.1. Philosophie de la personnalisation

Au cœur de notre démarche se trouve la conviction qu'une expérience utilisateur optimale est une expérience qui résonne personnellement avec chaque individu. La philosophie de la personnalisation dans MOBILES vise donc à :

- **S'adapter à l'unicité de chaque utilisateur :** Reconnaître que chaque étudiant international a des antécédents, des intérêts, des rythmes d'apprentissage et des manières d'explorer qui lui sont propres. Les recommandations cherchent à refléter cette individualité.
- **S'appuyer sur les données comportementales et contextuelles :** La personnalisation n'est pas arbitraire. Elle se fonde sur l'analyse des traces d'interaction de l'utilisateur – le contenu qu'il consulte, les annotations qu'il crée, les parcours qu'il explore, les fonctionnalités qu'il utilise (comme détaillé dans notre modèle de trace), ainsi que le contexte de son utilisation (par exemple, sa localisation, le moment de la journée).
- **Viser la pertinence et la valeur ajoutée :** Chaque recommandation doit être perçue par l'utilisateur comme utile, opportune et susceptible d'enrichir son expérience, que ce soit en lui faisant découvrir quelque chose de nouveau, en l'aidant à utiliser l'application plus efficacement, ou en l'encourageant à interagir davantage avec la communauté.
- **Promouvoir un cycle d'engagement vertueux :** Des recommandations pertinentes mènent à une meilleure expérience, qui à son tour encourage une utilisation plus poussée de l'application, générant ainsi de nouvelles données qui permettent d'affiner encore davantage la personnalisation.

2.2. Catégories stratégiques des recommandations

Pour aborder de manière holistique les multiples facettes de l'expérience utilisateur, les stratégies de recommandation ont été regroupées en six catégories principales. Ces catégories couvrent l'ensemble du cycle de vie de l'utilisateur et les différents types d'interactions possibles avec l'application MOBILES. Elles sont les suivantes (telles qu'énoncées dans l'introduction du document source) :

1. **Initiation et intégration des utilisateurs :** L'objectif est de faciliter l'adoption initiale de l'application et d'assurer une intégration harmonieuse des nouveaux utilisateurs. Les recommandations visent à les guider efficacement à travers les fonctionnalités essentielles, favorisant ainsi une première expérience positive et réduisant la courbe d'apprentissage.
2. **Promotion d'un engagement durable :** Il s'agit de maintenir l'intérêt et l'activité des utilisateurs sur le long terme. Les recommandations contextuelles s'adaptent à leurs comportements et préférences évolutives, assurant une pertinence continue et une satisfaction accrue.
3. **Amélioration de la qualité des contributions :** Cette catégorie vise à encourager la création de contenu (annotations, parcours) de haute qualité et diversifié. Les recommandations peuvent stimuler la créativité et aider les utilisateurs à élever les standards de leurs propres contributions et de celles de la communauté.
4. **Découverte urbaine et expansion des contributions :** L'accent est mis sur l'encouragement à l'exploration et à l'annotation de nouveaux lieux. L'objectif est d'enrichir la base de données géographique de l'application et d'inciter les utilisateurs à découvrir des endroits inédits, contribuant ainsi à une couverture géographique plus complète et variée.
5. **Interaction et réflexion :** Cette catégorie cherche à stimuler la réflexion personnelle et communautaire, ainsi que l'interaction sociale au sein de la plateforme. Les recommandations peuvent encourager les utilisateurs à interagir avec les contributions des autres, à commenter, à partager et à s'engager activement dans les discussions.

6. **Amélioration continue et performance de l'application :** Au-delà des recommandations directes à l'utilisateur, cette catégorie englobe les stratégies visant à optimiser les algorithmes de recommandation eux-mêmes et à améliorer les performances globales de l'application, garantissant une expérience fluide et réactive.

2.3. Méthodologie commune aux stratégies de recommandation

Afin d'assurer une approche cohérente et rigoureuse, chaque stratégie de recommandation développée au sein de ces catégories suit une structure méthodologique commune. Cette structure permet de définir clairement le fonctionnement de chaque recommandation, de son déclenchement à l'évaluation de son efficacité :

- **Objectif spécifique :** Chaque stratégie est introduite par un objectif clair et précis qu'elle vise à atteindre en termes d'amélioration de l'UX.
- **Indicateurs de déclenchement et d'impact :** Des indicateurs quantitatifs, basés sur les données d'usage, sont définis. Ces indicateurs servent à la fois à déterminer quand une recommandation doit être déclenchée (conditions de déclenchement) et à mesurer l'impact de la recommandation après son envoi. Les formules de calcul de ces indicateurs sont explicitées.
- **Conditions de déclenchement :** Des règles précises, souvent basées sur des seuils comparés aux valeurs des indicateurs, déterminent les circonstances exactes dans lesquelles une recommandation est activée pour un utilisateur donné.
- **Formulation des recommandations :** Des exemples concrets de messages ou de suggestions à présenter à l'utilisateur sont proposés, en veillant à ce qu'ils soient clairs, concis et incitatifs. Différents cas de figure peuvent mener à des formulations alternatives.
- **Méthodes de vérification de l'impact :** Des approches analytiques (analyse temporelle, analyse de fréquence, analyse de corrélation/régression, tests A/B) sont spécifiées pour évaluer l'efficacité de chaque stratégie de recommandation en observant les changements dans les indicateurs clés ou les comportements utilisateurs.

Ce cadre général fournit les fondations sur lesquelles les stratégies détaillées, présentées dans la section suivante, sont construites. Il assure que le système de recommandations d est non seulement riche en fonctionnalités, mais aussi méthodique dans sa conception et son évaluation.

3. Stratégies de recommandation et leurs Mécanismes

Cette section constitue le cœur de notre proposition pour un système de recommandations personnalisées au sein de MOBILES. Elle détaille, pour chaque catégorie stratégique identifiée, les différentes stratégies mises en œuvre, leurs objectifs spécifiques, les indicateurs clés qui gouvernent leur fonctionnement, les conditions précises de leur déclenchement, des exemples de formulation des messages de recommandation, ainsi que les méthodes prévues pour vérifier leur impact sur l'expérience utilisateur et l'engagement.

3.1. Catégorie 1 : Facilitation de l'adoption et de l'intégration des nouveaux utilisateurs

Objectif général de la catégorie : Faciliter l'adoption et l'intégration des nouveaux utilisateurs en les guidant à travers les fonctionnalités de l'application et en s'assurant qu'ils comprennent comment en tirer le meilleur parti.

Stratégie 1. Soutien Initial (Onboarding intuitif)

Objectif spécifique : Encourager l'interaction immédiate des nouveaux utilisateurs, stimuler la création de contenu et le partage dès les premières utilisations de l'application. Cela vise à ancrer l'utilisation régulière de l'application dès le départ, en rendant les premières expériences engageantes et motivantes.

a. Indicateurs

- **Date d'inscription :** Utilisée pour identifier le début de la période d'observation des comportements des nouveaux utilisateurs.
- **Nombre d'Actions Initiales (NIA) :** Cet indicateur mesure le nombre total d'actions (comme des clics, des ouvertures de fonctionnalités, etc.) effectuées par l'utilisateur lors de ses premières interactions avec l'application.
    - **Calcul** : $NIA = \sum_{j=1}^{n} A_j$ où (A_j) représente chaque action individuelle effectuée par l'utilisateur pendant une période initiale définie (ex. les 7 premiers jours).
- **Nombre de Partages Initiaux (NIS) :** Cet indicateur mesure le nombre total de partages de contenu (annotations, parcours, photos, commentaires) effectués par l'utilisateur pendant ses premières interactions.
    - **Calcul** : $NIS = \sum_{k=1}^{m} S_k$ où (S_k) représente chaque partage effectué par l'utilisateur dans la même période initiale (ex. les 7 premiers jours).

b. Condition de Déclenchement

- **Activation** :
    - Le soutien initial se déclenche automatiquement dès l'inscription d'un nouvel utilisateur.
    - **Suivi** :
        - Si ($NIA < T_1$) après une période (t) (ex. 3 jours), une recommandation est envoyée pour encourager davantage d'interactions.
        - Si ($NIA \geq T_1$) mais ($NIS < T_2$) après une période (2t) (ex. 6 jours), une recommandation spécifique pour le partage est envoyée.
    - **Seuils** :
        - T_1 : Seuil minimal d'actions (ex. 3 actions).
        - T_2 : Seuil minimal de partages (ex. 1 partage).

c. Recommandations

- Cas 1 : inscription

- Dès l'inscription, un lien vers un tutoriel est proposé pour guider l'utilisateur à travers les fonctionnalités de l'application.

- **Cas 2 :** $(\boldsymbol{NIA < T_1})$
  - "Commencez par créer vos premières annotations pour partager vos découvertes. Ajoutez un nouveau lieu que vous avez visité récemment. Explorez les fonctionnalités de création de parcours pour planifier et partager vos itinéraires préférés."
  - **Objectif** : Encourager l'utilisateur à effectuer plus d'actions pour atteindre (T_1).
- **Cas 3 :** $(\boldsymbol{NIA \geq T_1})$ $\boldsymbol{et}$ $(\boldsymbol{NIS < T_2})$
  - "Partagez vos premières impressions sur un lieu que vous avez récemment exploré. Publiez une photo d'un endroit que vous avez aimé pour inspirer les autres utilisateurs. Ajoutez un commentaire à une annotation populaire pour rejoindre la conversation et partager vos points de vue."
  - **Objectif** : Encourager l'utilisateur à partager du contenu pour atteindre (T_2).
- **Cas 4 :** $(\boldsymbol{NIA \geq T_1})$ $\boldsymbol{et}$ $(\boldsymbol{NIS \geq T_2})$
  - "Vous êtes sur la bonne voie! Continuez à explorer et à partager vos découvertes pour enrichir votre expérience et celle de la communauté. Essayez de combiner annotations et photos pour rendre vos parcours encore plus attractifs."
  - **Objectif** : Maintenir l'engagement et encourager une exploration plus approfondie des fonctionnalités de l'application.

d. Méthodes de Vérification de l'Impact

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle :**
   - Suivi des variations de NIA et NIS au fil du temps pour évaluer l'efficacité des recommandations.
2. **Analyse de la Fréquence :**
   - Étude des changements de fréquence des actions initiales suite aux recommandations pour identifier les motifs d'engagement.
3. **Analyse de Corrélation :**
   - Évaluation de la corrélation entre l'interaction initiale (NIA, NIS) et la rétention à long terme des utilisateurs.

Stratégie 2. Exploration Guidée et Engagement Initial

Objectif : Proposer des recommandations personnalisées pour faciliter la découverte initiale des fonctionnalités clés de l'application.

a. Indicateurs

1. **Nombre de Lieux Découverts (NDL)**

- **Description** : Nombre total de nouveaux lieux explorés par l'utilisateur.
- **Calcul** : $NDL = \sum_{i=1}^{n} I_{li}$ où I_{li} est un indicateur binaire (1 si l'utilisateur a visité un nouveau lieu, sinon 0). (n) est le nombre total de lieux possibles à explorer.

2. **Nombre d'Annotations Créées (NCA)**
   - **Description** : Nombre total d'annotations ajoutées par l'utilisateur.
   - **Calcul** : $NCA = \sum_{i=1}^{m} I_{ai}$
     où I_{ai} est un indicateur binaire (1 si l'utilisateur a créé une annotation, sinon 0) et m est le nombre total d'annotations créées.
3. **Nombre de Parcours Créés (NCR)**
   - **Description** : Nombre total de parcours créés par l'utilisateur.
   - **Calcul** : $NCR = \sum_{i=1}^{p} I_{ti}$
     où (I_{ti}) est un indicateur binaire (1 si l'utilisateur a créé un parcours, sinon 0). (p) est le nombre total de parcours créés.

b. Condition de Déclenchement

- **Activation** :
  - Si, après 3 jours d'utilisation, les indicateurs suivants sont tous inférieurs à un seuil minimal : $NDL < T_{NDL}$ et $NCA < T_{NCA}$ et $NCR < T_{NCR}$ Où (T_{NDL}), (T_{NCA}), et (T_{NCR}) sont les seuils minimaux définis pour chaque indicateur (ex. ($T_{NDL} = 1$), ($T_{NCA} = 1$), ($T_{NCR} = 1$).

c. Recommandations

- **Cas 1 : Aucun lieu découvert (NDL = 0)**
  - **Recommandations** :
    - "Découvrez les lieux populaires près de chez vous : [Liste de lieux]."
    - "Consultez les lieux les mieux notés par la communauté : [Liste de lieux]."
- **Cas 2 : Aucune annotation créée (NCA = 0)**
  - **Recommandations** :
    - "Inspirez-vous avec ces annotations détaillées : [Liste d'annotations]."
    - "Découvrez comment les autres utilisateurs annotent leurs lieux favoris : [Liste d'annotations]."
- **Cas 3 : Aucun parcours créé (NCR = 0)**
  - **Recommandations** :
    - "Explorez notre sélection de trajets thématiques : [Liste de trajets]."
    - "Créez votre premier parcours en utilisant ces suggestions populaires : [Liste de trajets]."

- **Cas combiné : Aucun lieu découvert, aucune annotation créée, et aucun parcours créé (NDL = 0, NCA = 0, NCR = 0)**
    - **Recommandations** :
        - "Commencez par découvrir des lieux intéressants, ajoutez des annotations pour partager vos impressions, et créez des parcours pour explorer davantage."
        - "Voici une liste d'activités recommandées pour commencer : [Liste de lieux], [Liste d'annotations], [Liste de trajets]."

d. Méthodes de Vérification de l'Impact

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle**
    - **Description** : Suivi des variations de (NDL), (NCA) et (NCR) au fil du temps pour évaluer l'efficacité des recommandations.
    - **Méthode** : Comparer les valeurs de ces indicateurs avant et après l'envoi des recommandations.
2. **Analyse de la Fréquence**
    - **Description** : Étude des changements dans la fréquence des actions (explorations, annotations, trajets) suite aux recommandations pour identifier les motifs d'engagement.
    - **Méthode** : Calculer la fréquence des actions avant et après la mise en place des recommandations et identifier les tendances.
3. **Analyse de Régression**
    - **Description** : Modélisation de la relation entre les recommandations et l'augmentation de l'utilisation de l'application par les nouveaux utilisateurs.
    - **Méthode** : Utiliser des modèles de régression pour déterminer l'impact des recommandations sur les indicateurs d'engagement.

3. Engagement Actif avec les Fonctionnalités Clés

Objectif : Assurer que l'utilisateur explore et utilise activement les fonctionnalités essentielles de l'application.

a. Indicateurs

1. **Score d'Utilisation des Fonctionnalités (SUF)**
    - **Description** : Score calculé pour chaque fonctionnalité clé basé sur l'interaction de l'utilisateur avec celle-ci. Le score prend en compte l'importance relative de chaque type d'interaction.
    - **Calcul :** Pour chaque fonctionnalité (F_i), le SUF est calculé comme une moyenne pondérée des interactions utilisateur.
      $\boldsymbol{SUF_{F_i}} = \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(\boldsymbol{I_{F_i,j}} \times \boldsymbol{P_j}\right)}{\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{P_j}}$ où :

- ($I_{F_i,j}$) est un indicateur binaire (1 si l'utilisateur a interagi avec (F_i), sinon 0).
- (P_j) est le poids attribué à chaque type d'interaction pour (F_i).
- (n) est le nombre total de types d'interactions considérés.

- **Poids des Interactions :**
  - Création/Édition d'Annotation : ($P_{creation}$)
  - Création/Édition de Parcours : ($P_{creation}$)
  - Ajout de Commentaire : ($P_{interaction}$)
  - Réaction (Type J'aime) : ($P_{interaction}$)
  - Filtrage : ($P_{exploration}$)
  - Consultation d'Annotations d'Autres : ($P_{exploration}$)
  - Consultation de Parcours d'Autres : ($P_{exploration}$)
  - Recherche d'Adresse : ($P_{exploration}$)

2. **Calcul des Poids**
   - **Importance accrue pour les créations : $\boldsymbol{P_{creation} > P_{interaction} > P_{exploration}}$**
     - $P_{creation}$ = 3
     - $P_{interaction}$ = 2
     - $P_{exploration}$ = 1

b. Condition de Déclenchement

- **Activation :**
  - Si (SUF_{F_i}) pour une fonctionnalité clé (F_i) est inférieur à un seuil défini (T_{SUF}) après une période d'utilisation définie (par exemple, 7 jours). $SUF_{F_i} < T_{SUF}$
    - Exemple de seuil : $T_{SUF} = 0.3$

c. Recommandations Basées sur les Indicateurs

- **Cas 1 : Score Bas pour Création/Édition d'Annotations ou de Parcours**
  - "Commencez à créer ou éditer des annotations pour enrichir vos découvertes."
  - "Essayez de créer ou modifier un parcours pour mieux organiser vos explorations."
- **Cas 2 : Score Bas pour Ajout de Commentaire ou Réaction**
  - "Participez à la discussion en ajoutant des commentaires sur les annotations et parcours d'autres utilisateurs."

- "Exprimez votre appréciation en utilisant les réactions (type j'aime) sur les contenus intéressants."

- **Cas 3 : Score Bas pour Filtrage ou Consultation de Contenus**
  - "Utilisez les filtres avancés pour affiner vos recherches et trouver des contenus pertinents."
  - "Consultez les annotations et parcours partagés par d'autres utilisateurs pour vous inspirer."
- **Cas combiné : Score Bas pour plusieurs fonctionnalités clés**
  - "Découvrez comment maximiser l'utilisation de l'application en explorant toutes ses fonctionnalités : [Guide complet]."
  - "Voici des tutoriels pour vous aider à utiliser efficacement les outils de création, de consultation et de réaction : [Liste de tutoriels]."

d. Méthodes de Vérification de l'Impact

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle**
   - Description : Suivi des variations du SUF au fil du temps pour chaque fonctionnalité clé afin d'évaluer l'efficacité des recommandations.
   - Méthode : Comparer les valeurs du SUF avant et après l'envoi des recommandations.
2. **Analyse de la Fréquence**
   - Description : Étude des changements de fréquence d'interaction avec les fonctionnalités clés pour identifier les motifs d'engagement.
   - Méthode : Calculer la fréquence des interactions avec les fonctionnalités avant et après les recommandations.
3. **Analyse de Régression**
   - Description : Modélisation de la relation entre les recommandations et l'augmentation de l'utilisation des fonctionnalités clés par les utilisateurs.
   - Méthode : Utiliser des modèles de régression pour évaluer l'impact des recommandations sur les indicateurs d'utilisation des fonctionnalités.

3.2. Catégorie 2 : Promotion d'un engagement durable et ré-engagement

Objectif général de la catégorie : Maintenir l'intérêt et l'activité des utilisateurs sur le long terme en leur fournissant des recommandations contextuelles et personnalisées qui s'adaptent à leurs comportements et préférences. Cette catégorie vise également à réactiver les utilisateurs montrant des signes de désengagement en leur proposant des contenus et des incitations alignés sur leurs activités et intérêts passés. L'enjeu est de transformer une utilisation initiale en une habitude ancrée et satisfaisante, assurant ainsi une pertinence continue et une satisfaction utilisateur accrue.

Stratégie 1 : Exploration Contextuelle des Lieux Annotés

Description :
Cette stratégie vise à proposer des recommandations aux utilisateurs pour découvrir de nouveaux lieux déjà annotés par d'autres utilisateurs, en tenant compte de la proximité des lieux qu'ils ont déjà annotés et de leur taux d'exploration de lieux annotés par d'autres. L'objectif est d'encourager les utilisateurs à élargir leur champ d'exploration et à diversifier leurs annotations.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Proximité des lieux annotés (PLA) :**
   Description : Distance moyenne entre les lieux annotés par l'utilisateur et les lieux annotés par d'autres utilisateurs dans une zone géographique donnée.
   Calcul : PLA $= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i$ où (d_i) est la distance entre un lieu annoté par l'utilisateur et un lieu annoté (i) par d'autres utilisateurs dans un rayon défini (par exemple, 2 km).
2. **Taux d'exploration de lieux annotés (TEL) :**
   Description : Pourcentage de lieux annotés par d'autres utilisateurs que l'utilisateur a effectivement explorés (ouvert l'annotation ou le parcours).
   Calcul : TEL $= \frac{N_{\text{explorations}}}{N_{\text{lieux_annotés}}}$
   où $N_{\text{explorations}}$ est le nombre de lieux annotés par d'autres utilisateurs que l'utilisateur a explorés, et $N_{\text{lieux_annotés}}$ est le nombre total de lieux annotés disponibles dans la zone géographique pertinente.

Condition de Déclenchement :

- **Activation de la recommandation :**
  - Si **PLA** est inférieur à un seuil défini (par exemple, 2 km).
  - Si **TEL** est faible (par exemple, inférieur à 30%).

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Filtrage collaboratif basé sur la localisation des lieux déjà annotés par l'utilisateur et les annotations de lieux proches faites par d'autres utilisateurs.
- **Formulation :**
  - "Vous avez annoté plusieurs lieux intéressants dans cette zone. Découvrez ce nouveau lieu annoté à proximité par un autre utilisateur, et partagez votre propre expérience en l'explorant."
  - "D'autres utilisateurs ont annoté ce lieu proche de vous. Pourquoi ne pas l'explorer et ajouter vos propres annotations ?"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Utilisation des mêmes indicateurs :** PLA, TEL.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle :** Suivi des variations de **PLA** et **TEL** avant et après l'envoi des recommandations pour observer si les utilisateurs élargissent leur zone d'annotation et augmentent leur taux d'exploration.
2. **Analyse de la Fréquence :** Étude des changements dans la fréquence d'exploration de nouveaux lieux après avoir reçu des recommandations.
3. **Analyse de Régression :** Modélisation de la relation entre les recommandations et l'exploration des lieux pour déterminer la pertinence des suggestions et ajuster la stratégie en conséquence.

Stratégie 2 : Annotation Contextuelle Opportune

Description

Cette stratégie vise à encourager les utilisateurs à créer des annotations dans des lieux pertinents qui ne sont pas encore annotés, en se basant sur les comportements et interactions des utilisateurs. L'objectif est de proposer des recommandations pour annoter des lieux qui sont fréquemment visités ou consultés par d'autres utilisateurs, mais qui n'ont pas encore été enrichis par des annotations.

Méthode pour Identifier des Lieux Intéressants

1. **Analyse des Comportements des Utilisateurs**
    - **Fréquence des Visites** : Identifier les lieux qui sont fréquemment visités par les utilisateurs. Cela peut inclure des lieux que les utilisateurs consultent régulièrement ou où ils passent du temps.
    - **Recherches et Consultations** : Considérer les lieux qui sont souvent recherchés ou consultés dans l'application, même s'ils ne sont pas encore annotés.
    - **Interactions** : Analyser les interactions des utilisateurs avec les annotations existantes pour détecter des zones d'intérêt qui pourraient bénéficier de nouvelles annotations.
2. **Construction Dynamique de la Liste de Lieux Intéressants**
    - **Récupération des Coordonnées** : Extraire les coordonnées géographiques des lieux fréquemment visités ou consultés par les utilisateurs.
    - **Identification des Lieux Non Annotés** : Croiser les coordonnées des lieux populaires avec celles des lieux annotés pour identifier les lieux intéressants qui ne sont pas encore annotés.
    - **Priorisation** : Classer les lieux non annotés en fonction de leur popularité et de leur fréquence d'interaction pour créer une liste dynamique de lieux à annoter.

Indicateurs pour le Déclenchement

1. **Opportunité d'Annotation (OA)**
    - **Description** : Mesure le nombre d'opportunités pour annoter des lieux identifiés comme intéressants mais non encore annotés. L'opportunité est définie par la popularité des lieux non annotés basée sur les données de comportement.

- **Calcul** : $OA = \sum_{i=1}^{m} I_{ai}$ où (I_{ai}) est un indicateur binaire (1 si une nouvelle annotation est créée dans un lieu identifié comme intéressant et non annoté, sinon 0).

2. **Taux de Création d'Annotations (TCA)**
   - **Description** : Pourcentage d'utilisateurs qui créent des annotations après avoir reçu une recommandation pour annoter des lieux intéressants.
   - **Calcul** : $TCA = \frac{N_{annotations}}{N_{recommandations}}$ où $N_{annotations}$ est le nombre d'annotations créées suite à une recommandation, et $N_{recommandations}$ est le nombre total de recommandations envoyées.

Condition de Déclenchement

La stratégie est activée lorsque :

- **OA** est supérieur à un seuil défini, indiquant qu'il existe un nombre suffisant de lieux intéressants non annotés.
- **TCA** dépasse un seuil de performance, montrant que les recommandations ont un effet positif sur la création d'annotations.

Recommandations

- **Type de Recommandation** : Basée sur les opportunités d'annotation détectées, les tendances de consultation des lieux, et le contexte temporel.
- **Formulation** :
  - "Nous avons identifié un lieu unique qui est souvent consulté par les utilisateurs, mais qui n'a pas encore été annoté. Partagez votre découverte en ajoutant une annotation pour enrichir notre communauté !"
  - "Ce lieu est très fréquenté par les utilisateurs, mais il manque d'annotations. Contribuez à le rendre plus complet en ajoutant votre propre annotation."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact

- **Utilisation des Indicateurs** : OA et TCA, comme précédemment définis.
- **Méthodes de Vérification de l'Impact** :
  1. **Analyse de l'Évolution Temporelle** : Suivi des variations de OA et TCA au fil du temps pour observer les tendances et l'impact des recommandations.
  2. **Analyse de la Fréquence** : Étude des changements dans la fréquence des nouvelles annotations créées par suite des recommandations pour mesurer leur efficacité.
  3. **Analyse de Régression** : Modélisation de la relation entre le nombre de recommandations envoyées et le nombre d'annotations créées pour évaluer l'effet causal des recommandations.

Cette approche permet de cibler efficacement les opportunités de création d'annotations en utilisant des données comportementales des utilisateurs, sans nécessiter de listes préétablies de lieux.

Stratégie 3 : Découverte Contextuelle de Parcours

Description :

Cette stratégie vise à encourager les utilisateurs à explorer de nouveaux parcours créés par d'autres membres de la communauté. Les recommandations sont personnalisées en fonction du contexte géographique, des intérêts spécifiques de l'utilisateur et de la pertinence temporelle (par exemple, un parcours récent ou populaire). L'objectif est de promouvoir une exploration active en proposant des parcours proches de l'utilisateur qui sont susceptibles de correspondre à ses centres d'intérêt.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Proximité des parcours (PP) :**
    - **Description :** Mesure la distance moyenne entre l'utilisateur et les parcours recommandés.
    - **Calcul :** $PP = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i$ où d_i est la distance entre l'utilisateur et le parcours i.
    - **Interprétation :** Plus la valeur de PP est faible, plus les parcours recommandés sont proches de la position fréquente de l'utilisateur.
2. **Taux d'exploration de parcours (TEP) :**
    - **Description :** Pourcentage d'utilisateurs qui ont exploré les parcours après avoir reçu une notification.
    - **Calcul :** $TEP = \frac{N_{explorations}}{N_{notifications}}$
      où ($N_{explorations}$) est le nombre d'utilisateurs ayant exploré les parcours recommandés, et ($N_{notifications}$) est le nombre total de notifications envoyées.
    - **Interprétation :** Un TEP élevé indique que les recommandations de parcours sont pertinentes et attirent l'attention des utilisateurs.

Condition de Déclenchement :

La stratégie est activée lorsque :

- **Proximité des parcours (PP)** est inférieure à un seuil défini, indiquant que les parcours sont suffisamment proches pour être pertinents.
- **Taux d'exploration de parcours (TEP)** dépasse un certain seuil de performance, montrant que les utilisateurs répondent favorablement aux recommandations de parcours.

Recommandations :

- **Type de recommandation :**
    - **Filtrage collaboratif basé sur la localisation et les intérêts personnels :** Utilisation des données de parcours créés par d'autres utilisateurs ayant des profils similaires.
    - **Filtrage temporel :** Priorisation des parcours récents ou ayant un taux élevé d'explorations récentes.
- **Formulation :**

- Exemple 1 : "Découvrez ce parcours pittoresque à proximité, récemment créé par des utilisateurs partageant vos centres d'intérêt. Explorez et ajoutez vos propres découvertes en suivant ce parcours !"
- Exemple 2 : "Un parcours populaire près de chez vous ! Rejoignez d'autres membres de la communauté dans l'exploration de ce nouvel itinéraire."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

Les mêmes indicateurs utilisés pour le déclenchement (PP, TEP) seront également utilisés pour évaluer l'efficacité de cette stratégie.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle :**
   - Suivi des variations de **PP** et **TEP** au fil du temps pour observer si les recommandations mènent à une exploration plus active des parcours.
2. **Analyse de la Fréquence :**
   - Étude de la fréquence des explorations de parcours suite aux recommandations, pour déterminer l'effet direct des notifications.
3. **Analyse de Régression :**
   - Modélisation statistique pour comprendre la relation entre la réception des notifications et l'exploration des parcours recommandés, afin de déterminer l'efficacité des recommandations.

Stratégie 4 : Incitation à la Création de Nouveaux Parcours

Description :
Cette stratégie vise à encourager les utilisateurs à créer de nouveaux parcours dans des zones géographiques intéressantes mais sous-explorées. En tenant compte du contexte géographique, temporel et des tendances de la communauté, cette stratégie identifie les opportunités de création de parcours là où il n'en existe pas encore, incitant les utilisateurs à enrichir la plateforme avec leurs propres itinéraires uniques.

Indicateurs pour le Déclenchement :

- **Opportunité de création de parcours (OCP) :**
  - **Description :** Cet indicateur mesure le potentiel de création de nouveaux parcours dans des zones géographiques où peu ou aucun parcours n'existe actuellement, mais qui montrent un intérêt potentiel basé sur l'activité des utilisateurs (par exemple, visites fréquentes sans parcours existant, zones proches de parcours populaires, etc.).
  - **Calcul :** OCP = $\sum_{i=1}^{m} I_{pi}$, où (I_{pi}) est un indicateur binaire (1 si une opportunité de création de parcours est identifiée, sinon 0). L'identification d'une opportunité pourrait être basée sur une analyse des zones sans parcours mais avec une activité utilisateur significative.
- **Taux de création de parcours (TCP) :**

- **Description :** Cet indicateur mesure le pourcentage d'utilisateurs qui créent de nouveaux parcours après avoir reçu une recommandation. Il permet de vérifier l'efficacité des recommandations dans l'incitation à la création de parcours.
- **Calcul :** TCP = $\frac{N_{parcours}}{N_{recommandations}}$, où $N_{parcours}$ est le nombre de parcours créés et (N_{recommandations}) est le nombre total de recommandations envoyées.

Condition de Déclenchement : La stratégie est activée lorsque l'OCP dépasse un certain seuil (indiquant une opportunité significative de création de parcours) et que le TCP dépasse un seuil de performance défini (indiquant que les recommandations incitent effectivement les utilisateurs à créer de nouveaux parcours).

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Recommandation basée sur l'analyse des zones sous-explorées, en tenant compte des tendances de la communauté (comme les endroits récemment visités par d'autres utilisateurs) et du contexte temporel (par exemple, événements saisonniers, vacances, etc.).
- **Formulation :** "Créez un nouveau parcours dans cet endroit encore inexploré mais potentiellement très attractif pour la communauté ! Partagez votre itinéraire unique et inspirez les autres utilisateurs avec votre découverte."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Utilisation des mêmes indicateurs :** L'impact de cette stratégie sera mesuré à l'aide des indicateurs OCP et TCP, qui permettent de suivre l'efficacité de la stratégie dans le temps.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Analyse de l'Évolution Temporelle :** Suivi des variations de l'OCP et du TCP au fil du temps pour évaluer l'évolution de la stratégie et son efficacité continue.
- **Analyse de la Fréquence :** Étude des changements de fréquence des nouveaux parcours créés suite aux recommandations, permettant de comprendre l'impact direct des suggestions sur le comportement des utilisateurs.
- **Analyse de Régression :** Modélisation de la relation entre les recommandations et la création de nouveaux parcours, afin de comprendre les facteurs qui influencent le plus la création de parcours et d'ajuster la stratégie en conséquence.

Stratégie 5 : Réactivation de l'Utilisateur Désengagé

Description

Proposer des recommandations personnalisées pour réengager les utilisateurs qui montrent des signes de désengagement en fonction de leur activité précédente et de leurs intérêts. Cette stratégie se concentre sur la réactivation des utilisateurs en diminuant leur inactivité et en les encourageant à revenir à une utilisation active de la plateforme.

Indicateurs pour le Déclenchement

1. **Indicateur de Désengagement (ID)**
    - **Description** : Évalue le niveau de désengagement d'un utilisateur en se basant sur sa diminution d'activité récente et ses interactions.
    - **Calcul** : $ID = \frac{1}{t}\sum_{j=1}^{t} a_j$
      Où a_j est une mesure d'activité à un moment (j) (comme le nombre d'annotations, explorations, ou autres interactions pertinentes), et (t) est la période d'évaluation. Pour mieux capturer le désengagement, vous pourriez également envisager d'utiliser un score composite ou pondéré qui inclut différents types d'activités.
    - **Amélioration proposée** : Ajouter une pondération aux différentes activités en fonction de leur importance relative pour l'engagement.
        - **Fréquence de mesure** : Évaluer plus fréquemment pour détecter les signes de désengagement plus tôt.
2. **Taux de Réactivation des Utilisateurs (TRU)**
    - **Description** : Pourcentage d'utilisateurs réactivés après avoir reçu une recommandation.
    - **Calcul** : $TRU = \frac{N_{réactivés}}{N_{recommandations}}$ Où $N_{réactivés}$ est le nombre d'utilisateurs ayant répondu à la recommandation, et N_{recommandations} est le nombre total de recommandations envoyées.

Condition de Déclenchement

- **Activation** : La stratégie est activée si l'ID est inférieur à un seuil de désengagement (indiquant que l'utilisateur est suffisamment désengagé pour nécessiter une intervention) et si le TRU dépasse un seuil de performance (indiquant que les recommandations sont efficaces).

Recommandations

- **Type de recommandation** : Personnalisée en fonction de l'historique d'activité et des intérêts de l'utilisateur. Les recommandations doivent être adaptées à chaque utilisateur en fonction de ses activités passées et de ses préférences.
- **Formulation** :
    - "Revenez explorer de nouveaux lieux et ajouter des annotations ! Découvrez ce qui a changé depuis votre dernière visite. Nous avons remarqué que vous n'avez pas ajouté de nouvelles annotations récemment. Profitez de notre nouvelle fonctionnalité pour enrichir votre expérience."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact

- **Utilisation des mêmes indicateurs** : ID, TRU.
- **Méthodes de Vérification de l'Impact** :
    - **Analyse de l'Évolution Temporelle** : Suivi des variations de l'ID et du TRU au fil du temps pour évaluer les changements dans l'engagement.

- **Analyse de la Fréquence** : Étude des changements dans la fréquence des ré-engagements suite aux recommandations.
- **Analyse de Régression** : Modélisation de la relation entre les recommandations de réactivation et les activités subséquentes pour mesurer l'efficacité des recommandations

Stratégie 6 : Recommandations Basées sur les Intérêts Récurrents

Description

Cette stratégie se concentre sur la personnalisation des recommandations en fonction des intérêts récurrents des utilisateurs, identifiés à partir de leurs activités passées sur la plateforme. En analysant les annotations et les parcours que les utilisateurs consultent régulièrement, nous visons à proposer des contenus similaires qui répondent à leurs préférences spécifiques. Cette approche améliore la pertinence des recommandations et renforce l'engagement des utilisateurs en les dirigeant vers des contenus qui correspondent à leurs centres d'intérêt.

Définition des Intérêts

Les intérêts sont définis en fonction de la fréquence et des types d'annotations ainsi que des parcours consultés par les utilisateurs. Voici les détails de ces paramètres :

- **Annotations** :
  - **Fréquence de l'Expérience** : Détermine la régularité des annotations effectuées par l'utilisateur.
    - **Unique** : Annotation pour une expérience ponctuelle ou exceptionnelle.
    - **Occasionnelle** : Annotation faite de manière sporadique.
    - **Régulière** : Annotation fréquente, indiquant un intérêt soutenu pour des lieux ou des expériences spécifiques.
  - **Type de Lieu** : Catégorisation des lieux annotés.
    - **Un Point Précis** : Marque un lieu spécifique, tel qu'un restaurant ou un monument.
    - **Autour de Vous** : Couvre une zone géographique proche de l'emplacement actuel de l'utilisateur.
    - **Le Quartier** : Zone spécifique d'un quartier de la ville.
    - **La Ville** : Informations générales sur l'ensemble de la ville.
- **Parcours** :
  - **Nombre de Points** : Nombre de coordonnées dans le parcours. Un parcours avec plus de points peut indiquer un intérêt pour des trajets plus détaillés ou complexes.
  - **Situation Géographique** : Emplacement du parcours, par exemple dans une zone urbaine dense ou en périphérie.

- **Type de Parcours** :
  - **GPS** : Parcours tracé à l'aide de dispositifs GPS.
  - **Tracé à la Main** : Parcours dessiné manuellement, souvent basé sur des connaissances locales ou des préférences personnelles.

Indicateurs pour le Déclenchement

1. **Analyse des Intérêts Récurrents (AIR)**
   - **Description** : Cet indicateur évalue les types et les fréquences des annotations et des parcours que l'utilisateur consulte régulièrement. Il mesure l'intérêt de l'utilisateur pour certaines catégories ou types de contenus.
   - **Calcul** : AIR = $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} f_i$, où (f_i) représente la fréquence de consultation de la catégorie (i) par l'utilisateur, et (n) est le nombre total de catégories ou de parcours. Cette formule calcule la moyenne des fréquences d'intérêt pour chaque type de contenu.
   - **Amélioration proposée** : Introduire des pondérations pour les différentes fréquences de consultation et types d'activités afin de mieux refléter l'intensité des intérêts.
   - **Condition de Déclenchement** : La stratégie est activée si l'indicateur AIR dépasse un seuil prédéfini, ce qui indique que l'utilisateur a des intérêts récurrents suffisamment significatifs pour mériter des recommandations ciblées.

Recommandations

- **Type de recommandation** : Les recommandations sont basées sur les intérêts récurrents identifiés. Elles doivent proposer des annotations et des parcours similaires à ceux que l'utilisateur a consultés fréquemment.
- **Formulation** :
  - "Nous avons remarqué que vous avez souvent consulté des annotations sur [type de lieu] et des parcours [type de parcours]. Découvrez plus de contenus similaires et explorez de nouvelles annotations et parcours correspondant à vos préférences !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact

- **Utilisation de l'indicateur AIR** : Mesurer l'efficacité des recommandations en observant les changements dans les fréquences de consultation et d'interaction avec les contenus recommandés.
- **Méthodes de Vérification de l'Impact** :
  - **Analyse de l'Évolution Temporelle** : Observer les variations de l'indicateur AIR au fil du temps pour évaluer si les recommandations influencent les intérêts de l'utilisateur.
  - **Analyse de la Fréquence** : Étudier les changements dans la fréquence des interactions avec les contenus recommandés pour mesurer l'impact des recommandations sur l'engagement de l'utilisateur.

- **Analyse de Régression** : Utiliser des modèles statistiques pour évaluer la relation entre les recommandations basées sur les intérêts récurrents et les comportements ultérieurs de l'utilisateur, afin d'ajuster et améliorer les recommandations.

Stratégie 7 : Optimisation de l'Engagement par le Temps d'Interaction

- **Description** : Proposer des recommandations en fonction du temps que l'utilisateur passe sur chaque annotation, pour suggérer des contenus similaires ou complémentaires qui pourraient susciter un intérêt similaire.
- **Indicateurs pour le Déclenchement** :
  - **Temps passé sur une annotation (TPA)** :
    - **Description** : Temps moyen que l'utilisateur passe sur une annotation particulière.
    - **Calcul** : $TPA = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} t_i$, où t_i est le temps passé sur l'annotation i.
- **Condition de Déclenchement** : Activation si TPA dépasse un seuil défini.
- **Recommandations** :
  - **Type de recommandation** : Basée sur le temps passé sur les annotations.
  - **Formulation** : "Découvrez des annotations similaires à celles sur lesquelles vous avez passé le plus de temps ! Explorez davantage sur ce sujet captivant."
- **Indicateurs pour l'Étude d'Impact** :
  - **Utilisation de l'indicateur TPA pour évaluer l'efficacité des recommandations basées sur le temps passé sur les annotations.**
- **Méthodes de Vérification de l'Impact** :
  - **Analyse de l'Évolution Temporelle** : Suivi des variations de l'indicateur TPA au fil du temps.
  - **Analyse de la Fréquence** : Étude des changements de fréquence des interactions avec des annotations similaires suite aux recommandations.
  - **Analyse de Régression** : Modélisation de la relation entre les recommandations basées sur le temps passé sur les annotations et l'activité utilisateur.

Stratégie 8 : Personnalisation via les Filtres d'Utilisation

Description :

Cette stratégie vise à personnaliser les recommandations pour les utilisateurs en analysant les filtres qu'ils utilisent fréquemment dans l'application. Les filtres appliqués par un utilisateur pour explorer des annotations et des parcours peuvent révéler ses préférences spécifiques, telles que les institutions d'intérêt, les périodes de temps privilégiées, les types de lieux, ou même des critères plus subjectifs comme les icônes, les émoticônes, et

les tags. Cette stratégie propose des recommandations basées sur les motifs de filtrage récurrents pour aider l'utilisateur à découvrir des contenus alignés avec ses intérêts.

Indicateurs pour le Déclenchement :

Préférences de Filtres (PF) :

- **Description** : Cet indicateur capture les filtres les plus souvent utilisés par l'utilisateur, tels que les institutions, les dates, les nationalités des auteurs, les types de lieux, les icônes, les émoticônes, et les tags.
- **Calcul** : PF est calculé comme la moyenne pondérée des fréquences d'utilisation des différents filtres appliqués par l'utilisateur. Formellement, on peut définir PF comme suit : $PF = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k}\left(\frac{p_j}{N_j}\right)$ où (p_j) est la fréquence d'utilisation du filtre (j) par l'utilisateur, (N_j) est le nombre total d'options possibles pour le filtre (j), et (k) est le nombre total de types de filtres utilisés par l'utilisateur.
- **Condition de Déclenchement** : La stratégie est activée si la valeur de PF dépasse un seuil prédéfini, indiquant une utilisation suffisamment récurrente de certains filtres.

Recommandations :

- **Type de recommandation** : **Basée sur les filtres préférés de l'utilisateur**. Les recommandations sont formulées pour proposer des annotations et des parcours qui correspondent aux filtres les plus fréquemment utilisés par l'utilisateur.
- **Formulation** : "Découvrez plus d'annotations et de parcours correspondant à vos filtres préférés ! Explorez des contenus alignés avec vos centres d'intérêt spécifiques."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

Utilisation de l'indicateur PF :

- Cet indicateur sert à évaluer l'efficacité des recommandations. Les changements dans PF après la présentation des recommandations permettent de déterminer si les utilisateurs adoptent davantage les contenus suggérés.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle** : Suivi des variations de PF au fil du temps pour observer si l'engagement avec les recommandations augmente.
2. **Analyse de la Fréquence** : Étude des modifications dans la fréquence d'interaction avec les contenus filtrés après l'introduction des recommandations.
3. **Analyse de Régression** : Modélisation de la relation entre les recommandations et l'activité de l'utilisateur (par exemple, augmentation des clics ou du temps passé sur des annotations recommandées).

Stratégie 9 : Découverte d'Annotations Populaires en Fonction des Affinités

Description : Cette stratégie recommande des annotations populaires en se basant sur un profil d'intérêt utilisateur qui est construit à partir des annotations qu'il crée et celles qu'il ouvre. L'objectif est de proposer du contenu que l'utilisateur n'a peut-être pas encore consulté, mais qui correspond à ses intérêts potentiels. La stratégie prend en compte divers aspects des annotations pour déterminer la compatibilité entre les intérêts de l'utilisateur et les annotations populaires.

Indicateurs pour le Déclenchement :

Popularité de l'Annotation (PA) :

- **Description** : Mesure de la popularité des annotations parmi tous les utilisateurs.
- **Calcul** : $PA = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} p_i$ où (pi) est l'indice de popularité de l'annotation (i), basé sur des interactions globales telles que les ouvertures, les likes, ou les partages. Ce calcul agrège la popularité de plusieurs annotations pour établir une moyenne.

Affinité Utilisateur avec les Annotations (AUA) :

- **Description** : Mesure de l'affinité de l'utilisateur avec les types d'annotations populaires, en se basant sur le profil d'intérêt utilisateur.
- **Calcul** : $AUA = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} s_j$ où (s_j) est un score représentant la similarité entre les annotations populaires et les annotations consultées ou créées par l'utilisateur. Cette similarité peut être déterminée par une combinaison des éléments suivants :
    - **Coordonnées géographiques** : Proximité géographique des annotations.
    - **Icônes** : Correspondance des icônes utilisées.
    - **Tags** : Correspondance des tags associés.
    - **Fréquence de l'expérience** : Similarité dans le type d'expérience (Unique, Occasionnelle, Régulière).
    - **Type de lieu** : Similarité dans le type de lieu annoté (Point précis, Autour de vous, Quartier, Ville).
    - **Longueur du texte** : Similarité dans la longueur des commentaires textuels.
    - **Présence d'emoticône ou de figure** : Similarité dans l'utilisation d'emoticônes et d'images.

Condition de Déclenchement :

- **Activation** : La stratégie est activée si l'indicateur AUA dépasse un seuil prédéfini, suggérant une forte compatibilité entre les intérêts de l'utilisateur et les annotations populaires.

Recommandations :

- **Type de recommandation** : **Annotations Populaires Personnalisées** : Les recommandations sont basées sur des annotations populaires qui correspondent aux intérêts individuels de l'utilisateur, même s'il ne les a pas encore consultées.
- **Formulation** : "Découvrez des annotations populaires qui correspondent à vos centres d'intérêt ! Explorez ce que les autres trouvent captivant, et qui pourrait aussi vous plaire."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

1. **Analyse de l'Évolution Temporelle** :
    - Suivi des variations de PA et AUA dans le temps pour observer l'évolution des préférences et de l'engagement de l'utilisateur vis-à-vis des annotations populaires. Une augmentation de l'AUA au fil du temps indiquerait que les recommandations deviennent de plus en plus pertinentes.
2. **Analyse de la Fréquence** :
    - Étude de la fréquence des interactions avec les annotations populaires après la mise en place des recommandations. Cela permet de mesurer l'impact direct des recommandations sur l'engagement de l'utilisateur.
3. **Analyse de Régression** :
    - Évaluation de la relation entre les recommandations basées sur l'AUA et l'engagement utilisateur. Une analyse de régression peut aider à comprendre l'efficacité de la stratégie en termes d'augmentation de l'interaction avec le contenu recommandé.

Stratégie 10 : Nouveautés liées aux Affinités Utilisateur

Description :
Cette stratégie recommande des annotations récentes à un utilisateur en s'appuyant sur ses préférences et ses affinités personnelles. Contrairement aux recommandations basées sur la popularité, cette approche met l'accent sur la découverte de nouveaux contenus qui pourraient correspondre aux centres d'intérêt de l'utilisateur, même s'il n'a jamais interagi avec ces annotations auparavant. Cette stratégie vise à maintenir l'engagement en offrant des contenus frais et pertinents.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Affinité Utilisateur avec les Nouveautés (AUN) :**
    - **Description :** Cet indicateur mesure dans quelle mesure les nouvelles annotations correspondent aux préférences d'un utilisateur spécifique.
    - **Calcul :** L'affinité est déterminée en comparant chaque nouvelle annotation avec le profil d'intérêt de l'utilisateur. Le profil est défini par les attributs des annotations que l'utilisateur a créées ou ouvertes (par exemple, tags, icônes, type de lieu, fréquence, etc.).
    - **Formule :** $AUN = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S(Annotation_i, Profil_U tilisateur)$ où $S(Annotation_i, Profil_U tilisateur)$ est une fonction de similarité calculée entre l'annotation (i) et le profil d'intérêt de l'utilisateur. La similarité peut être calculée en fonction des attributs correspondants (ex: intersection des tags, similitude des icônes, etc.).
    - **Condition de Déclenchement :** La recommandation est activée si (AUN) dépasse un seuil défini ((AUN_THRESHOLD_VALUE)), indiquant que les nouveautés correspondent suffisamment aux intérêts de l'utilisateur.

Recommandations :

- **Type de Recommandation :** Recommandation de contenu récent, personnalisé en fonction des préférences de l'utilisateur.
- **Formulation :** "Découvrez les dernières annotations qui pourraient vous intéresser ! Voici du contenu récent aligné avec vos préférences."

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Analyse de l'Évolution Temporelle :** Suivi des variations de AUN dans le temps pour observer l'évolution des affinités de l'utilisateur avec les nouveautés.
- **Analyse de la Fréquence :** Étude de la fréquence des interactions avec les nouveautés après la recommandation, pour mesurer l'engagement utilisateur.
- **Analyse de Régression :** Évaluation de la relation entre les recommandations basées sur AUN et l'engagement utilisateur afin de déterminer l'efficacité de la stratégie.

3.3. Catégorie 3 : Qualité des Annotations et Contributions

Objectif général de la catégorie : Améliorer la qualité globale et l'impact des annotations et contributions des utilisateurs afin d'enrichir l'expérience communautaire. Les stratégies de cette catégorie visent à encourager l'enrichissement des descriptions textuelles, à stimuler l'expression d'émotions et de réflexions personnelles à travers l'utilisation d'icônes, à promouvoir la diversification iconographique et à encourager l'intégration d'éléments graphiques pour une dimension visuelle plus riche.

Stratégie 1 : Amélioration du Volume et de la Diversité Lexicale

- **Objectif** : Encourager l'enrichissement des descriptions textuelles des annotations en augmentant le volume lexical et la diversité lexicale.
- **Indicateurs pour le Déclenchement** :
    - **Volume Lexical (VL)** :
        - **Description** : Mesure de la longueur des descriptions textuelles dans les annotations.
        - **Calcul** : Nombre total de mots dans les descriptions textuelles divisée par le nombre total d'annotations.
    - **Diversité Lexicale (DL)** :
        - **Description** : Mesure de la variété des mots utilisés dans les descriptions textuelles.
        - **Calcul** : Nombre unique de mots dans les descriptions textuelles divisé par le nombre total de mots.
    - **Métrique Composée (MT)** :
        - **Calcul** : MT=Σ(VL)+Σ(DL)2nMT = \frac{\Sigma(VL) + \Sigma(DL)}{2n}MT=2nΣ(VL)+Σ(DL), où Σ(VL)\Sigma(VL)Σ(VL) est la somme du Volume

Lexical pour chaque annotation, Σ(DL)\Sigma(DL)Σ(DL) est la somme de la Diversité Lexicale pour chaque annotation, et nnn est le nombre total d'annotations.

- **Condition de Déclenchement** : Activation périodique si MT est inférieur à la moyenne des utilisateurs.
- **Contenu de la Recommandation** :
    - **Type de recommandation** : Encourager l'enrichissement des descriptions textuelles.
    - **Formulation** : "Ajoutez plus de détails pour enrichir vos annotations. Voici comment [NOM] a créé une annotation détaillée autour de [SUJET]."
- **Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact** :
    - **Comparaison de l'évolution de MT** : Analyse des changements de MT avant et après l'activation des recommandations.
    - **Analyse de la rétention et de l'engagement** : Évaluation des variations de la rétention et de l'engagement des utilisateurs après l'augmentation de MT.

Stratégie 2 : Enrichissement Émotionnel

- **Objectif** : Stimuler l'expression d'émotions et de réflexions personnelles à travers l'utilisation d'icônes sensibles dans les annotations.
- **Indicateurs pour le Déclenchement** :
    - **Taux Sensible (TS)** :
        - **Description** : Mesure combinée de la proportion d'annotations contenant des icônes sensibles et la proportion d'icônes sensibles parmi toutes les icônes utilisées.
        - **Calcul** : $TS = w \cdot Taux_Annotations_Sensibles + (1 - w) \cdot Taux_Icônes_SensiblesTS = w \cdot Taux_Annotations_Sensibles + (1 - w) \cdot Taux_Icônes_SensiblesTS = w \cdot Taux_Annotations_Sensibles + (1 - w) \cdot Taux_Icônes\ Sensibles$, où www est un poids ajustable pour réguler l'importance relative des deux aspects.
    - **Taux Annotations Sensibles** :
        - **Calcul** : Proportion d'annotations contenant des icônes sensibles parmi toutes les annotations.
    - **Taux Icônes Sensibles** :
        - **Calcul** : Proportion d'icônes sensibles parmi toutes les icônes utilisées.
- **Condition de Déclenchement** : Activation périodique si TS est inférieur à un seuil défini.
- **Contenu de la Recommandation** :

- **Type de recommandation** : Encourager à intégrer des éléments émotionnels dans les annotations.
- **Formulation** : "Explorez les émotions à travers des icônes sensibles. Découvrez comment [NOM] a partagé une expérience émotionnelle à travers [SUJET]."

- **Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact** :
  - **Analyse de l'évolution de TS** : Suivi des variations de TS avant et après l'activation des recommandations.
  - **Évaluation de la satisfaction utilisateur** : Mesurer la satisfaction des utilisateurs quant à l'ajout d'émotions dans les annotations.

Stratégie 3 : Diversification Iconographique

- **Objectif** : Stimuler la diversification des types et l'utilisation des icônes dans les annotations.
- **Indicateurs pour le Déclenchement** :
  - **Diversification Iconographique (DI)** :
    - **Description** : Mesure combinée du nombre moyen d'icônes par annotation et du nombre moyen de types d'icônes différents par annotation.
    - **Calcul** : $DI = \alpha \cdot NMI + \beta \cdot NMTDI = \alpha \cdot NMI + \beta \cdot NMT$, où α\alphaα et β\betaβ sont des poids ajustables pour pondérer l'importance relative des deux aspects.
  - **Nombre Moyen d'Icônes (NMI)** :
    - **Calcul** : Moyenne du nombre d'icônes par annotation.
  - **Nombre Moyen de Types d'Icônes (NMT)** :
    - **Calcul** : Moyenne du nombre de types d'icônes différents par annotation.
- **Condition de Déclenchement** : Activation périodique si DI est inférieur à un seuil défini.
- **Contenu de la Recommandation** :
  - **Type de recommandation** : Encourager à diversifier les types d'icônes utilisés dans les annotations.
  - **Formulation** : "Explorez de nouveaux types d'icônes pour enrichir vos annotations. Découvrez comment [NOM] a varié ses icônes dans son récit autour de [SUJET]."
- **Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact** :
  - **Analyse de la diversification des icônes** : Évaluation de la diversification des icônes avant et après l'activation des recommandations.
  - **Étude de l'engagement et de l'interaction** : Analyse des changements dans l'engagement des utilisateurs avec les annotations diversifiées.

Stratégie 4 : Expression Graphique

- **Objectif** : Encourager l'intégration d'images et de graphiques dans les annotations pour enrichir la dimension visuelle.
- **Indicateurs pour le Déclenchement** :
    - **Expression Graphique (EG)** :
        - **Description** : Proportion d'annotations contenant des éléments visuels tels que des images ou des graphiques.
- **Calcul** : $EG = Nombre\ d'annotations\ avec\ graphiques = \frac{Nombre\ annotations\ \text{avec}\ \text{Graphiques}}{Nombre\ \text{Total}\ Annotations}$**dition de Déclenchement** : Activation périodique si EG est inférieur à un seuil défini.
- **Contenu de la Recommandation** :
    - **Type de recommandation** : Encourager à intégrer des images et des graphiques pour enrichir les annotations.
    - **Formulation** : "Enrichissez vos annotations avec des images et des graphiques captivants. Découvrez comment [NOM] a utilisé des éléments visuels pour illustrer [SUJET]."
- **Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact** :
    - **Analyse de l'augmentation de l'EG** : Comparaison des niveaux d'EG avant et après l'activation des recommandations.
    - **Évaluation de la perception visuelle** : Étude de la perception et de l'engagement des utilisateurs avec les contenus graphiques.

3.4. Catégorie 4 : Découverte Urbaine et Expansion des Contributions

Objectif général de la catégorie : Encourager les utilisateurs à explorer activement leur environnement urbain et à étendre la portée géographique et thématique de leurs contributions. Cette catégorie a pour but d'enrichir la base de données de l'application avec une couverture plus large et diversifiée de lieux et d'expériences, y compris ceux moins fréquentés ou sous-représentés, afin de réduire les biais géographiques et d'offrir une vue plus complète et équilibrée des territoires.

Stratégie 1 : Découverte de Points d'Intérêt Basée sur les Tendances de Visite

Objectif : Proposer des Points d'Intérêt (POI) à l'utilisateur en se basant sur les tendances de visite observées chez lui et d'autres utilisateurs dans les zones avoisinantes. Cette approche utilise les annotations des utilisateurs pour identifier les lieux populaires et dynamiques.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Densité d'Annotations à Proximité (DAP) :**

- **Description :** Mesure de l'intensité des annotations (commentaires, évaluations, etc.) autour des lieux visités par l'utilisateur, calculée par unité de surface.
- **Calcul :** $DAP = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i\right)$, où (a_i) représente le nombre d'annotations autour du lieu (i), et (n) est le nombre total de lieux visités. Plus la DAP est élevée, plus l'activité autour des lieux visités est importante.

2. **Popularité Relative des Lieux (PRL) :**
   - **Description :** Indicateur de popularité comparative, déterminé par rapport à la densité moyenne d'annotations dans des zones similaires. Cela permet de comprendre si un lieu est plus ou moins populaire comparé à d'autres lieux dans des contextes urbains semblables.
   - **Calcul :** $PRL = \left(\frac{\text{DAP}}{\text{DAPmoyen}}\right)$, *où (*DAPmoyen) est la densité moyenne d'annotations dans des zones comparables.

Conditions de Déclenchement :

- La recommandation est activée lorsque la DAP dépasse un certain seuil, indiquant une forte activité d'annotations autour des lieux visités.
- Alternativement, la recommandation se déclenche si le PRL est supérieur à un seuil défini, révélant que les lieux sont plus populaires que ceux des zones similaires.

Contenu de la Recommandation :

- **Type :** Recommandation de POI personnalisée, ciblée sur les lieux avec une activité d'annotations significative par d'autres utilisateurs.
- **Formulation :** "Découvrez des POI à proximité avec une forte activité d'annotations ! Explorez des lieux qui captivent l'attention des autres utilisateurs."

Méthodes Avancées pour Vérifier l'Impact :

- **Analyse de la Densité d'Annotations :** Évaluer la DAP autour des lieux visités pour identifier les zones les plus animées et comprendre l'engagement autour des recommandations.
- **Évaluation de la Popularité Relative :** Comparer le PRL des POI recommandés avec les données d'annotations de zones similaires pour valider leur attrait relatif.
- **Étude de l'Impact sur l'Exploration et les Annotations :** Suivre l'évolution des visites et des annotations autour des POI recommandés après l'activation de la recommandation pour mesurer l'impact sur l'exploration urbaine.

Stratégie 2 : Diversification Urbaine des Explorations et Annotations

Objectif :
Encourager les utilisateurs à explorer et annoter des quartiers urbains diversifiés afin d'enrichir la variété et la profondeur des contenus disponibles sur l'application. L'objectif est de favoriser une couverture plus étendue des zones urbaines, y compris celles qui sont moins fréquentées ou sous-représentées.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Diversité des Annotations Urbaines (DAU)**
   Description : Mesure de la variété des types d'annotations effectuées par l'utilisateur dans différentes zones urbaines. Cet indicateur évalue la capacité de l'utilisateur à annoter différents types d'éléments (comme restaurants, parcs, monuments, etc.) dans des quartiers variés.
   Calcul : $DAU = \left(\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} a_i\right)$, où (a_i) est le nombre de types d'annotations uniques effectuées dans la zone urbaine (i), et (q) est le nombre total de zones urbaines annotées. Plus ce score est élevé, plus l'utilisateur a annoté une diversité de types dans diverses zones urbaines.

2. **Exploration de Zones Urbaines Moins Fréquentées (EZUF)**
   Description : Évalue la tendance de l'utilisateur à visiter et annoter des zones urbaines moins populaires, souvent moins explorées. Cet indicateur cherche à mesurer la fréquence des visites dans ces quartiers moins visités par rapport à des zones plus populaires.
   Calcul : $EZUF = \left(\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r} e_j\right)$, où (e_j) est l'indice de fréquence de visite dans la zone urbaine (j) (par exemple, le nombre de visites ou annotations), et (r) est le nombre total de zones urbaines visitées. Un score plus élevé indique une tendance plus forte à explorer des zones moins fréquentées.

Condition de Déclenchement : L'activation de la stratégie est envisagée si l'un des critères suivants est rempli :

- DAU est inférieur à un seuil prédéfini, indiquant que l'utilisateur a annoté peu de types différents dans les zones urbaines visitées.
- EZUF est supérieur à un seuil prédéfini, suggérant que l'utilisateur visite de manière disproportionnée des zones urbaines très fréquentées par rapport à des zones moins populaires.

Contenu de la Recommandation :

- **Type de recommandation :** Recommandation personnalisée pour explorer et annoter des zones urbaines moins connues ou moins fréquentées.
- **Formulation :** "Découvrez des quartiers urbains uniques et moins explorés ! Contribuez à enrichir notre base de données en visitant des zones souvent négligées par les autres utilisateurs. Vos annotations aideront à diversifier et à enrichir les informations disponibles pour tous."

Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact :

1. **Analyse de la DAU :** Évaluer la diversité des types d'annotations effectuées par l'utilisateur à travers différents quartiers urbains pour s'assurer que la recommandation a conduit à une plus grande variété d'annotations.
2. **Évaluation de l'EZUF :** Suivi des visites et annotations dans les quartiers urbains moins populaires avant et après l'activation de la recommandation pour mesurer l'effet de l'incitation à explorer ces zones.
3. **Étude de l'augmentation de l'exploration et des annotations :** Analyser les changements dans les comportements d'exploration et d'annotation des utilisateurs après la recommandation, en mettant en évidence toute augmentation dans la couverture des zones moins visitées.

Stratégie 3 : Diversification des Types d'Annotations Urbaines

Objectif :
Encourager les utilisateurs à annoter une variété de types d'éléments dans les zones urbaines qu'ils visitent. L'objectif est de promouvoir une couverture plus diversifiée des types d'annotations pour enrichir la base de données avec une gamme plus large de contenus.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Diversité des Annotations Urbaines (DAU)**
   Description : Mesure du nombre de types différents d'annotations réalisées par l'utilisateur dans les zones urbaines visitées.
   Calcul : $DAU = \left(\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} a_i\right)$, où (a_i) est le nombre de types d'annotations uniques effectuées dans la zone urbaine (i), et (q) est le nombre total de zones urbaines annotées.

Condition de Déclenchement : Activation si DAU est inférieur à un seuil défini, indiquant que l'utilisateur n'a pas suffisamment diversifié les types d'annotations dans les zones urbaines visitées.

Contenu de la Recommandation :

- **Type de recommandation :** Recommandation personnalisée pour annoter différents types de lieux.
- **Formulation :** "Diversifiez vos annotations en découvrant et en notant différents types de lieux dans les quartiers que vous explorez. Aidez-nous à enrichir notre base de données avec une gamme plus large d'informations."

Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact :

1. **Analyse de la DAU :** Suivi de la diversité des types d'annotations réalisées après la recommandation pour vérifier si l'utilisateur commence à annoter plus de types différents.
2. **Étude des modifications dans les annotations :** Évaluer l'impact de la recommandation sur la variété des annotations faites dans les quartiers urbains.

Stratégie 4 - Diversification des Zones Annotées

Objectif :
Encourager les utilisateurs à explorer et annoter des zones urbaines diversifiées et étendues, afin d'améliorer la couverture spatiale des données et de réduire les biais géographiques. Cette stratégie vise à inciter les utilisateurs à sortir des zones fréquemment annotées et à contribuer dans des quartiers ou régions moins couverts.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Distance Moyenne à l'Annotation la Plus Proche (DMAPP) :**
   Cet indicateur mesure la distance moyenne entre une nouvelle annotation effectuée par l'utilisateur et l'annotation existante la plus proche. Il évalue si l'utilisateur explore de nouvelles zones ou reste dans des zones déjà couvertes.

- **Calcul :** DMAPP $= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i$ où d_i est la distance entre l'annotation (i) et l'annotation existante la plus proche, et (n) est le nombre total d'annotations.
- **Interprétation :**
  Un DMAPP élevé indique que l'utilisateur explore des zones moins annotées, tandis qu'un DMAPP faible suggère une concentration dans des zones déjà couvertes.

2. **Surface du Polygone Convexe Englobant (SPC) :**
   Cet indicateur mesure l'aire totale couverte par le polygone convexe englobant toutes les annotations de l'utilisateur. Il évalue la dispersion géographique des annotations.
   - **Calcul :** SPC $=$ Aire(P)
     où (P) est le polygone convexe englobant les coordonnées de toutes les annotations de l'utilisateur.
   - **Interprétation :**
     Un SPC élevé montre une plus grande dispersion des annotations à travers différentes zones, tandis qu'un SPC faible indique une concentration géographique.

Conditions de Déclenchement :

- DMAPP : Si la Distance Moyenne à l'Annotation la Plus Proche est inférieure à un seuil prédéfini, cela indique que les annotations sont principalement concentrées dans des zones déjà couvertes. Cela suggère que l'utilisateur pourrait bénéficier d'une incitation à explorer des zones moins annotées.
- SPC : Si la Surface du Polygone Convexe Englobant est inférieure à un seuil prédéfini, cela indique que l'utilisateur concentre ses annotations dans une zone géographique limitée. Cela suggère une opportunité d'élargir la couverture des annotations à des zones plus diversifiées.

Recommandation :
"Étendez vos horizons urbains ! Explorez et annotez dans des quartiers moins couverts pour enrichir notre base de données avec une diversité géographique accrue. Vos annotations dans des zones moins explorées aideront à améliorer la qualité et l'utilité des informations disponibles pour tous les utilisateurs."

Méthode d'Évaluation de l'Impact :

1. **Analyse Avant-Après :** Comparer les valeurs de DMAPP et SPC avant et après l'implémentation de la recommandation. Un impact positif serait mesuré par une augmentation significative de ces indicateurs.
2. **Suivi de l'Évolution des Comportements :** Mesurer le changement dans les comportements d'exploration des utilisateurs en termes de fréquence de visites dans des zones moins couvertes et de diversification des annotations.

Stratégie 4 : Exploration de Zones Urbaines Moins Fréquentées

Objectif :
Inciter les utilisateurs à explorer et annoter des quartiers urbains moins populaires, souvent sous-représentés dans la base de données. Cette stratégie vise à augmenter la couverture des zones moins fréquentées pour offrir une vue plus complète des quartiers urbains.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Exploration de Zones Urbaines Moins Fréquentées (EZUF)**
   Description : Évalue la fréquence des visites dans des zones urbaines moins populaires comparativement à des zones plus fréquentées.
   Calcul : $EZUF = \left(\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r} e_j\right)$, où (e_j) est l'indice de fréquence de visite dans la zone urbaine (j), et (r) est le nombre total de zones urbaines visitées.

Condition de Déclenchement : Activation si EZUF est supérieur à un seuil défini, suggérant que l'utilisateur visite principalement des zones populaires au lieu d'explorer des quartiers moins visités.

Contenu de la Recommandation :

- **Type de recommandation :** Recommandation personnalisée pour explorer et annoter des quartiers urbains moins fréquentés.
- **Formulation :** "Découvrez des quartiers urbains uniques et moins explorés ! Enrichissez notre base de données en visitant des zones souvent négligées par les autres utilisateurs. Vos découvertes aideront à diversifier les informations disponibles."

Méthodes Avancées de Vérification de l'Impact :

1. **Évaluation de l'EZUF :** Analyse des changements dans la fréquence des visites dans les quartiers moins populaires avant et après la recommandation.
2. **Analyse des annotations dans des zones moins visitées :** Mesurer l'impact de la recommandation sur l'augmentation des annotations dans les quartiers sous-explorés.

Stratégie 5 : Expansion des Territoires Annotés

Objectif : Encourager l'annotation de lieux dans des zones urbaines moins densément documentées pour équilibrer la concentration des annotations et éviter la surcharge dans certaines zones.

Indicateurs pour le Déclenchement :

1. **Degré de Clusterisation (DC) :** Mesure le degré de concentration des annotations de l'utilisateur dans certaines zones urbaines. Un score élevé de DC indique que les annotations sont fortement concentrées dans un nombre limité de zones.
   - **Calcul :** Utilise l'algorithme DBSCAN pour identifier les clusters d'annotations. Le degré de clusterisation est défini comme : $DC = \frac{\text{Nombre de Clusters}}{\text{Nombre de Points Isolés + 1}}$ où le "Nombre de Clusters" est le nombre de groupes d'annotations significatifs et "Nombre de Points Isolés" est le nombre d'annotations individuelles qui ne sont pas incluses dans un cluster.
   - **Interprétation :** Une valeur élevée de DC suggère une forte clusterisation des annotations, tandis qu'une valeur faible indique une dispersion plus uniforme des annotations.
2. **Indice de Diversité Spatiale (IDS) :**
   - **Définition :** Mesure la diversité spatiale des annotations. Cet indicateur évalue la distribution des annotations à travers différentes zones urbaines.

- **Calcul :** Basé sur le degré de clusterisation : $IDS = (1 - DC) \times DC$ où DC est le Degré de Clusterisation. Une valeur élevée de IDS indique une diversité plus importante des annotations à travers différentes zones.

3. **Surface du Polygone Convexe Englobant (SPC) :**
   - **Définition :** Représente la superficie de l'espace géographique total couvert par les annotations de l'utilisateur.
   - **Calcul :** Utilise les coordonnées des annotations pour créer un polygone convexe englobant (convex hull) et calcule sa surface.
   - **Interprétation :** Une valeur élevée de SPC indique que les annotations sont réparties sur une grande étendue géographique, suggérant moins de clusterisation.
4. **Densité d'Annotations à Proximité (DAP) :**
   - **Définition :** Évalue la densité d'annotations autour des points visités par l'utilisateur.
   - **Calcul :** $DAP = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$ où a_i est le nombre d'annotations à proximité immédiate d'une annotation donnée et n est le nombre total d'annotations. Une valeur élevée de DAP peut indiquer une clusterisation locale des annotations. Réduire DAP implique une dispersion plus grande des annotations.

Recommandation d'utilisation des Indicateurs :

- **Déclenchement de l'action :**
  - Si **DC** (Degré de Clusterisation) est supérieur à un certain seuil, cela indique que les annotations de l'utilisateur sont trop concentrées dans certaines zones.
  - Si **IDS** (Indice de Diversité Spatiale) est inférieur à un certain seuil, cela suggère que la diversité des annotations est limitée à certaines zones spécifiques.
  - Si **SPC** (Surface du Polygone Convexe) est inférieur à un certain seuil, cela peut indiquer que l'utilisateur se concentre dans une zone géographique restreinte.
  - Si **DAP** (Densité d'Annotations à Proximité) est supérieur à un certain seuil, cela indique une forte densité d'annotations dans les mêmes zones.
- **Recommandation :**
  "Vos annotations semblent concentrées dans certaines zones spécifiques. Pour aider à diversifier les informations disponibles, essayez d'annoter dans d'autres quartiers ! Explorez de nouveaux endroits et ajoutez des annotations pour enrichir la base de données avec des informations diversifiées."

3.5. Catégorie 5 : Interaction et Réflexion

Objectif général de la catégorie : Stimuler la réflexion personnelle critique des utilisateurs sur leurs propres contributions ainsi que l'interaction sociale et communautaire au sein de la plateforme. Les stratégies ici visent à encourager l'auto-évaluation, l'amélioration des annotations existantes, et à favoriser les échanges constructifs entre membres par le biais de commentaires et de réponses, renforçant ainsi le dialogue et la collaboration.

Stratégie 1 : Auto-Évaluation et Amélioration des Contributions

Description : Cette stratégie vise à encourager les utilisateurs à revoir, modifier ou supprimer leurs annotations pour améliorer la qualité globale de leurs contributions. L'objectif est de favoriser une réflexion critique sur les annotations, ce qui peut augmenter la valeur et la précision des données fournies.

Condition de Déclenchement :

- **Taux d'Amélioration des Contributions (TAC) :** Ce taux mesure l'activité de modification et de suppression des annotations en fonction des interactions globales.
- **Calcul :** $TAC = \frac{M+S}{L}$ Où :
    - (M) : Nombre de modifications effectuées par l'utilisateur.
    - (S) : Nombre de suppressions effectuées par l'utilisateur.
    - (L) : Nombre total d'interactions avec les annotations (lecture, commentaires, likes).
- **Conditions supplémentaires :**
    - **Popularité :** L'annotation a une popularité faible, mesurée par le nombre de vues ou d'interactions.
    - **Réactions Négatives (RN) :** Nombre élevé de commentaires négatifs ou évaluations faibles sur les annotations.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Encouragement à réviser et améliorer les annotations.
- **Formulation :** "Revoyez vos annotations et apportez des améliorations pour enrichir vos contributions. Explorez les commentaires pour voir comment vous pouvez ajuster et améliorer !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Mesure des modifications et suppressions :** Comparaison des taux de modifications et suppressions avant et après les recommandations.
- **Analyse de la popularité :** Suivi des changements dans la popularité des annotations après révisions.
- **Analyse des réactions négatives :** Évaluation des changements dans le nombre et la nature des commentaires négatifs.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Analyse des modifications :** Suivi des modifications pour évaluer l'impact sur la qualité des annotations.
- **Analyse de la popularité :** Évaluation des vues et des interactions pour mesurer l'amélioration de la visibilité.

- **Analyse des réactions négatives :** Suivi des réactions négatives pour comprendre l'impact des améliorations sur la perception utilisateur.

Stratégie 2 : Interaction avec les Contributions Communautaires

Description : Cette stratégie vise à inciter les utilisateurs à commenter et à répondre aux annotations des autres membres de la communauté. L'objectif est d'enrichir les échanges et d'augmenter l'engagement communautaire, en favorisant une interaction plus active et constructive entre les utilisateurs.

Condition de Déclenchement :

- **Taux d'Engagement Communautaire (TEC) :** Ce taux mesure la fréquence et la profondeur des interactions avec les contributions des autres membres de la communauté. Il est calculé comme suit :
- Calcul : $TEC = \frac{C+R}{L}$ Où :
    - (C) : Nombre de commentaires sur les contributions des autres membres.
    - (R) : Nombre de réponses aux commentaires reçus.
    - (L) : Nombre total de contributions (commentaires et réponses) reçues par l'utilisateur.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Encouragement à commenter et répondre aux contributions des autres membres.
- **Formulation :** "Participez aux discussions : commentez et répondez aux contributions des autres membres pour enrichir les échanges et améliorer l'engagement communautaire !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Mesure des interactions :** Comparaison des taux de commentaires et de réponses avant et après les recommandations.
- **Analyse de la popularité :** Suivi de l'augmentation des interactions sur les contributions des autres membres.
- **Analyse des réactions négatives :** Évaluation des changements dans les commentaires négatifs reçus par les contributions.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Analyse des commentaires :** Suivi du nombre et de la qualité des commentaires pour mesurer l'engagement.
- **Analyse de la popularité :** Évaluation des vues et des interactions pour comprendre l'impact des recommandations.
- **Analyse des réactions négatives :** Suivi des commentaires négatifs pour voir l'évolution de la perception des contributions.

Stratégie 3 : Réactivité aux Commentaires sur les Contributions

Description : Cette stratégie encourage les utilisateurs à répondre aux commentaires qu'ils reçoivent sur leurs annotations pour améliorer le dialogue et l'interaction au sein de la communauté. En favorisant une réponse active aux commentaires, l'objectif est de renforcer la collaboration et d'optimiser la qualité des contributions.

Condition de Déclenchement :

- **Taux de Réponse aux Commentaires (TRC) :** Ce taux mesure la réactivité des utilisateurs aux commentaires reçus sur leurs propres contributions.
- **Calcul :** $TRC = \frac{R}{C}$ Où :
    - (R) : Nombre de réponses aux commentaires reçus.
    - (C) : Nombre total de commentaires reçus.
- **Conditions supplémentaires :**
    - **Popularité des Contributions (PC) :** Les annotations ayant des commentaires reçoivent peu de réactions supplémentaires.
    - **Réactions Négatives (RN) :** Les annotations reçoivent des critiques ou des commentaires négatifs sur leur contenu ou leur pertinence.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Encouragement à répondre aux commentaires.
- **Formulation :** "Répondez aux commentaires sur vos annotations pour enrichir le dialogue et améliorer la collaboration !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Mesure du taux de réponse :** Comparaison du taux de réponse avant et après la mise en œuvre des recommandations.
- **Analyse des interactions :** Suivi des réponses et de la qualité des interactions pour évaluer l'impact sur le dialogue communautaire.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Analyse des réponses aux commentaires :** Suivi du taux de réponse pour mesurer l'engagement accru.
- **Analyse de la popularité :** Évaluation de l'impact des réponses sur l'engagement et la visibilité des annotations.
- **Analyse des réactions négatives :** Suivi des critiques pour comprendre si les réponses améliorent la qualité des interactions.

Stratégie 4 : Commenter les Contributions des Autres

Description : Encourager les utilisateurs à commenter les annotations des autres membres pour renforcer l'engagement et enrichir les échanges communautaires.

Condition de Déclenchement :

- **Taux de Contribution aux Commentaires (TCC) :** Ce taux mesure l'activité des utilisateurs dans la rédaction de commentaires sur les contributions des autres.
    - **Calcul :** $TCC = \frac{C}{T}$, où :
        - **C** : Nombre de commentaires faits sur les contributions des autres.
        - **T** : Nombre total de contributions commentables (annotations et parcours des autres).
    - **Condition :** Activation si TCC est inférieur à un seuil défini, ET :
        - **Popularité des Contributions (PC)** : Les contributions des autres sont peu commentées ou ont un faible engagement.
        - **Réactions Négatives (RN)** : Les contributions reçoivent des commentaires critiques indiquant des lacunes ou des préoccupations.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Encourager la contribution de commentaires sur les contributions des autres.
- **Formulation :** "Explorez et commentez les nouvelles annotations pour partager vos pensées et enrichir les échanges avec la communauté !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Mesure des contributions :** Comparaison du nombre de commentaires sur les contributions des autres avant et après les recommandations.
- **Analyse de la popularité :** Suivi des vues et des interactions pour évaluer l'engagement.
- **Analyse des réactions négatives :** Évaluation des commentaires négatifs reçus par les contributions.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Analyse des commentaires :** Suivi du nombre et de la qualité des commentaires pour mesurer l'engagement.
- **Analyse de la popularité :** Évaluation des vues et des interactions pour comprendre l'impact des recommandations.
- **Analyse des réactions négatives :** Suivi des commentaires négatifs pour observer l'évolution de la perception des contributions.

3.6. Catégorie 6 : Amélioration Continue et Performance de l'Application

Objectif général de la catégorie : Assurer l'optimisation constante des mécanismes de recommandation eux-mêmes et garantir une performance globale de l'application qui soit fluide et réactive. Cette catégorie se concentre sur l'affinage des algorithmes, la pertinence des suggestions en fonction des interactions et préférences, et la résolution des problèmes techniques pour une expérience utilisateur sans accroc.

Stratégie 1 : Optimisation des Recommandations Personnelles

Description : Améliorer continuellement les algorithmes de recommandation pour affiner et augmenter la pertinence et l'efficacité des suggestions personnalisées en tenant compte des interactions et des préférences de chaque utilisateur.

Condition de Déclenchement :

- **Taux de Performance des Recommandations (TPR) :** Ce taux combine la Précision des Recommandations (PR) et la Couverture des Recommandations (CR).
    - **Calcul :** $TPR = \frac{PR+CR}{2}$
    - **Condition :** Activation si TPR est inférieur à un seuil défini, indiquant que les recommandations nécessitent une optimisation pour améliorer leur pertinence et leur couverture.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Filtrage collaboratif, filtrage basé sur le contenu.
- **Formulation :** "Nous avons amélioré nos suggestions pour mieux correspondre à vos intérêts récents : découvrez ces nouvelles annotations et parcours !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Analyse comparative :** Comparer PR et CR avant et après l'optimisation pour mesurer l'amélioration.
- **Évaluation continue :** Suivi des performances des recommandations pour ajuster les algorithmes en fonction des données récentes.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Tests A/B :** Comparer les performances des différentes versions des algorithmes de recommandation pour déterminer les améliorations.
- **Analyse de la Précision :** Évaluer PR en mesurant la pertinence des recommandations acceptées par les utilisateurs.
- **Évaluation de la Couverture :** Calculer CR en examinant la diversité et l'exhaustivité des recommandations proposées.

Stratégie 2 : Amélioration des Performances de l'Application

Description : Assurer une expérience utilisateur fluide et réactive en optimisant les performances de l'application. Cette stratégie vise à identifier et résoudre les problèmes de performance pour garantir une utilisation sans accroc.

Condition de Déclenchement :

- **Taux de Performance de l'Application (TPA) :** Ce taux est une combinaison pondérée du Temps de Réponse de l'Application (TRA) et du Taux d'Erreurs (TE).
    - **Calcul :** $TPA = \frac{TRA+TE}{2}$
    - **Condition :** Activation si TPA dépasse un seuil défini, indiquant que les performances de l'application nécessitent une amélioration.

Recommandations :

- **Type de recommandation :** Amélioration continue basée sur les performances.
- **Formulation :** "Nous avons optimisé notre application pour une expérience plus fluide et réactive. Essayez nos nouvelles améliorations !"

Indicateurs pour l'Étude d'Impact :

- **Analyse comparative :** Comparer TRA et TE avant et après les optimisations pour mesurer l'amélioration.
- **Feedback utilisateur :** Collecter les retours des utilisateurs sur les améliorations de performance pour ajuster les optimisations en conséquence.

Méthodes de Vérification de l'Impact :

- **Monitoring en temps réel :** Suivi continu du TRA et TE pour identifier les problèmes de performance.
- **Diagnostic des problèmes :** Utilisation des logs pour analyser et résoudre les problèmes de performance.
- **Tests de charge :** Évaluation des performances sous différentes conditions de charge pour anticiper et prévenir les problèmes.

4. Discussion

La mise en œuvre d'un système de recommandations personnalisées aussi exhaustif que celui proposé pour MOBILES soulève plusieurs points de discussion importants. Ces réflexions portent sur la synergie entre les stratégies, le rôle fondamental des données, l'impact escompté sur l'expérience utilisateur et l'application, ainsi que les défis inhérents à un tel système.

4.1. Cohérence et complémentarité des stratégies

L'un des points forts du système de recommandations de MOBILES réside dans son approche holistique, qui couvre l'intégralité du cycle de vie de l'utilisateur, depuis son intégration initiale jusqu'à son engagement à long terme et sa contribution active à la communauté. Les six catégories stratégiques – facilitation de l'adoption, promotion de l'engagement durable, amélioration de la qualité des contributions, expansion de la découverte urbaine, stimulation de l'interaction et de la réflexion, et optimisation continue – ne fonctionnent pas en silos mais sont conçues pour être complémentaires.

Par exemple, les stratégies d'**Initiation et Intégration** (Catégorie 1) préparent le terrain pour un **Engagement Durable** (Catégorie 2) en s'assurant que les utilisateurs comprennent les bases de l'application. L'engagement est ensuite nourri par des incitations à améliorer la **Qualité des Contributions** (Catégorie 3) et à étendre la **Découverte Urbaine** (Catégorie 4), ce qui enrichit à la fois l'expérience individuelle et la valeur collective de la plateforme. Parallèlement, les stratégies d'**Interaction et Réflexion** (Catégorie 5) renforcent le sentiment d'appartenance à une communauté et encouragent une utilisation plus consciente et qualitative. Enfin, l'**Amélioration Continue** (Catégorie 6) assure que l'ensemble du système reste performant et pertinent. Cette interdépendance vise à créer une expérience utilisateur cohérente et progressive, où chaque recommandation s'inscrit dans un objectif plus large d'accompagnement personnalisé.

4.2. Rôle central des données et de leur analyse

L'ensemble du système de recommandations repose de manière critique sur la collecte, l'analyse et l'interprétation des données d'interaction des utilisateurs. Chaque indicateur défini est une métrique calculée à partir des actions concrètes des utilisateurs au sein de l'application.

Cela souligne plusieurs impératifs :

- **Infrastructure de Collecte Robuste :** La capacité à générer ces indicateurs dépend directement de la qualité et de la granularité du système de traçage des événements (tel que décrit dans le rapport sur le modèle de trace de MOBILES). Sans données fiables et précises, les recommandations perdraient leur pertinence.
- **Capacités d'Analyse :** Le calcul des indicateurs, l'évaluation des seuils de déclenchement, et surtout la vérification de l'impact des recommandations (analyses temporelles, de fréquence, de corrélation, de régression) nécessitent des outils et des compétences en analyse de données.
- **Itération Basée sur les Données :** Les "Méthodes de Vérification de l'Impact" associées à chaque stratégie ne sont pas de simples exercices académiques. Elles sont conçues pour alimenter un processus d'amélioration continue, où l'efficacité des recommandations est constamment mesurée et les paramètres (seuils, formulations, poids) ajustés en conséquence.

Le système est donc intrinsèquement dynamique et apprend de ses propres résultats pour s'affiner avec le temps.

4.3. Impact attendu sur l'expérience utilisateur et l'application

L'implémentation réussie de ces stratégies de recommandation devrait avoir des retombées significatives tant pour les utilisateurs que pour la plateforme MOBILES elle-même :

- **Pour les Utilisateurs :**
    - **Meilleure Guidanc:** Les nouveaux utilisateurs se sentent moins perdus et découvrent plus rapidement la valeur de l'application.
    - **Pertinence Accrue :** Les suggestions correspondent davantage à leurs intérêts et à leur contexte, réduisant le bruit informationnel.
    - **Engagement Renforcé :** Une expérience plus satisfaisante et personnalisée incite à une utilisation plus fréquente et plus approfondie.
    - **Sentiment d'Accomplissement et d'Appartenance :** L'encouragement à contribuer qualitativement et à interagir avec la communauté peut renforcer ces sentiments.
- **Pour l'Application MOBILES :**
    - **Rétention Améliorée :** Des utilisateurs plus engagés et satisfaits sont plus susceptibles de rester fidèles à la plateforme.
    - **Qualité et Diversité du Contenu Accrues :** Les incitations à créer des annotations riches, diversifiées et à explorer de nouvelles zones enrichissent la base de données.
    - **Vitalité de la Communauté :** La stimulation des interactions sociales peut dynamiser la communauté d'utilisateurs.
    - **Meilleure Compréhension des Usages :** L'analyse continue des indicateurs et de l'impact des recommandations fournit des informations précieuses sur les comportements et les préférences des utilisateurs, qui peuvent informer d'autres aspects du développement de l'application.

4.4. Défis et considérations opérationnelles et éthiques

La mise en place d'un système de personnalisation aussi ambitieux n'est pas sans défis :

- **Réglage Fin des Paramètres :** Déterminer les bons seuils pour les indicateurs, les poids pour les scores (comme pour SUF ou les métriques composites MT, TS, DI), et la fréquence optimale des recommandations nécessite une phase d'expérimentation et d'ajustement minutieux. Des seuils mal calibrés pourraient entraîner des recommandations inutiles ou, au contraire, manquer des opportunités d'engagement.
- **Éviter la "Fatigue de Recommandation" :** Un excès de notifications ou de suggestions, même pertinentes, peut devenir intrusif et contre-productif. Il est crucial de trouver un équilibre dans la fréquence et la proéminence des recommandations.
- **Maintenir la Sérendipité :** Si la personnalisation est trop poussée, elle risque d'enfermer l'utilisateur dans une "bulle de filtres", limitant sa découverte de contenus ou de perspectives radicalement

nouvelles. Des mécanismes pour injecter de la diversité ou de la surprise dans les recommandations pourraient être nécessaires.

- **Transparence et Contrôle Utilisateur :** Idéalement, les utilisateurs devraient avoir une certaine compréhension de la raison pour laquelle ils reçoivent une recommandation et, potentiellement, un certain contrôle sur les types de recommandations qu'ils souhaitent recevoir.
- **Considérations Éthiques :** L'utilisation des données personnelles pour la personnalisation soulève des questions de confidentialité et de consentement. Il est impératif que la collecte et l'utilisation des données se fassent dans le respect de la vie privée des utilisateurs et des réglementations en vigueur.
- **Maintenance et Évolution :** Un système de recommandation n'est pas statique. Il nécessite une maintenance continue, une surveillance de ses performances, et une adaptation aux évolutions de l'application, aux changements de comportement des utilisateurs, et aux nouvelles techniques de recommandation.

En adressant pro-activement ces défis, MOBILES peut s'assurer que son système de recommandations personnalisées atteint son plein potentiel pour améliorer l'expérience utilisateur de manière significative et responsable.