





# UFR DE MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
PÔLE LORRAIN DE GESTION  
13 RUE MICHEL-NEY  
54037 NANCY CEDEX  
ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2016-2017

---

*Master 1 Sciences Cognitives et ses  
Applications*  
Evaluation d'un système de  
recommandation

---

*Auteurs :*  
Yohann FRANSOT  
Cyriane GUTIERREZ

*Encadrant :*  
Azim ROUSSANALY  
*Relecteur :*  
Christine BOURJOT

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Fonctionnement du système</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Evaluation d'un système de recommandation</b>	<b>4</b>
3.1	Les types d'évaluation . . . . .	4
3.2	Les données . . . . .	5
3.3	L'évaluation . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Déploiement des résultats sous la forme d'un tableau de bord</b>	<b>6</b>
4.1	Conception . . . . .	6
4.2	Mise au point . . . . .	8
4.3	Présentation . . . . .	9
4.4	Scénario . . . . .	11
4.5	Points d'amélioration . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Annexes</b>	<b>16</b>

# 1 Introduction

Lors de notre projet tutoré de Master 1 de Sciences Cognitives Appliquées, nous cherchons à évaluer le système de recommandation mis en œuvre dans le cadre du projet Péricle (Projet pour l'Évaluation et la Recherche Informatisée autour des Compétences dans l'Enseignement Supérieur). Celui-ci est mené au LORIA (Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications) et consiste à améliorer la qualité des services pour l'enseignement supérieur, de même qu'à garantir son accessibilité à tous les étudiants.

Le projet sur lequel nous nous sommes focalisés consiste à évaluer un système de recommandation mis en œuvre sur le site de cours en ligne de l'Université de Lorraine, Arche. Ce système, intégré dans un encadré sur une page d'un cours en ligne, propose quelques ressources des universités numériques en fonction de la navigation de l'étudiant connecté. Le but de ce système de recommandation est de faire découvrir aux étudiants les ressources en ligne des universités numériques. Celles-ci sont nombreuses et bien souvent sous exploitées et ignorées des étudiants qui pourraient en bénéficier. Actuellement, le système est en place et n'a été que très peu déployé dans le domaine des sciences humaines et sociales. Les données ne peuvent donc pas être suffisantes pour être étudiées. Nous nous sommes donc concentrés sur la recherche et la mise en place d'indicateurs de l'efficacité de ce système de recommandation.

Dans ce rapport, nous aborderons tout d'abord le fonctionnement du système de recommandation, puis comment nous avons choisi de l'évaluer, et enfin la mise en place des indicateurs choisis avant de conclure sur des points intéressants à aborder par la suite.

## 2 Fonctionnement du système

« Un système de recommandation est un type spécifique du filtrage d'information qui présente des éléments d'information qui sont susceptibles d'intéresser un utilisateur » (Le Thran, 2001). Il a donc pour but de conseiller des ressources en fonction des données de préférences d'un utilisateur, de son parcours et d'autres caractéristiques.

Dans notre cas, nous nous appuyons sur les traces laissées par les étudiants lors de leur navigation sur le site Arche pour leur conseiller des ressources. Ce système est particulier, surtout comparé aux nombreux systèmes de recommandation sur des sites en ligne et dans l'e-commerce, car il conseille des ressources qui ne sont pas présentes sur le site consulté actuellement par l'utilisateur. Il ne peut donc pas prendre en compte des ressources déjà visitées, mais uniquement proposer à partir de la navigation. Pour cela, des algorithmes spécifiques ont été créés. Le système de recommandation actuel est composé de six algorithmes différents :

- Le premier est un Vector Space Model, qui utilise des calculs vectoriels de proximité entre les ressources.
- Le second utilise la même méthode à laquelle on ajoute un poids différent pour les navigations les plus récentes.
- Le troisième utilise le sujet même des documents, il a une base sémantique.
- Le quatrième est identique au troisième avec un poids différent sur les navigations récentes.
- Le cinquième utilise les calculs vectoriels et une classification des pages consultées selon leur fréquence.
- Le dernier est identique au précédent mais avec l'application du poids selon la récence de la consultation.

Seules les trois recommandations les plus pertinentes sont déployées sur Arche et proposées à l'utilisateur, et ceci sans discrimination des algorithmes.

Ceux-ci proposent des ressources tirées des Universités Numériques suivantes : l'UOH et l'AUNEGE, respectivement Université Ouverte des Humanités (qui prend en compte toutes les sciences humaines comme la sociologie, la psychologie, . . . ainsi que la littérature, les langues étrangères et les arts) et Université Numérique Thématique en Economie et Gestion. Le but de ces universités numériques étant de regrouper des ressources universitaires de qualité pour les étudiants français. Toutes les ressources proposées sont validées par un conseil scientifique et ont été créées par des professeurs, ce qui garantit leur qualité et exactitude. Force est de constater que les UNT (universités Numériques Thématiques) sont inconnues de la plupart des étudiants et très peu utilisées. Elles couvrent pourtant de nombreux champs d'études et sont adaptées à leur public. Il existe environ 35 000 ressources pédagogiques sur ces UNT, lesquelles comprennent également l'UNISCIEL ou Université des Sciences en Ligne, la fondation UNIT ou Université Numérique Ingénierie et Technologie, l'UNJF ou Université Numérique Juridique Francophone, l'UVED ou Université Virtuelle Environnement et Développement Durable, et le NUF3S ou Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport.

A terme le système de recommandation devrait permettre d'aider les étudiants à s'instruire par eux-mêmes en complément des cours, à mieux réviser et à élargir leur champ de connaissances sur leurs sujets favoris ou encore à trouver une autre approche sur les sujets de leurs cours. Le système devrait être déployé dans la plupart des cours en ligne sur Arche, à commencer par ceux en sciences humaines et sociales.

Maintenant que le système de recommandation a été entièrement conçu et un peu déployé, la question de son efficacité se pose. Celle-ci inclut en effet la pertinence des ressources mais aussi le suivi et l'adhérence des étudiants à ce système. C'est sur cette question de l'évaluation du système en place que s'est porté notre travail, ainsi expliqué dans les parties suivantes.

## 3 Evaluation d'un système de recommandation

### 3.1 Les types d'évaluation

Notre travail s'inscrit dans la continuité de l'étude centrée sur les utilisateurs menée il y a deux ans. Le but en était de déterminer la pertinence et la précision des algorithmes et si le système serait utilisé par les étudiants ainsi que s'il leur semblait utile et adapté. Les avis des étudiants y étaient plutôt favorables en grande partie. Les algorithmes sémantiques avaient une pertinence moindre et les algorithmes vectoriels avaient une précision plus grande, et c'est d'autant plus vrai que l'algorithme ne prend en compte ni le poids ni le rang des pages consultées. Notre évaluation va donc porter maintenant sur le fonctionnement effectif du système. Une comparaison avec l'étude précédente qui ne prenait en compte que des avis hors du contexte d'utilisation serait d'ailleurs intéressante. Pour cela, nous utilisons les traces laissées par les utilisateurs, ce qui constitue une approche online.

Il existe trois types d'approches dans le domaine de l'évaluation. Tout d'abord, l'approche de l'évaluation centrée sur les utilisateurs qui consiste à demander leur avis à des utilisateurs directement, et qui répond à un protocole expérimental strict. On peut par exemple demander si les utilisateurs trouvent des recommandations pertinentes, leur avis d'ensemble, s'ils l'utilisent, etc. cette méthode contient tous les biais classiques de l'expérimentation mais permet aux utilisateurs (parfois potentiels) de s'exprimer. La seconde méthode est l'évaluation off line. Celle-ci consiste, à partir de certaines données collectées, à utiliser le système de recommandation et à constater s'il y a des différences avec les comportements qu'ont eus les utilisateurs. Un grand nombre de données collectées est nécessaire. Il n'y a pas de biais vis-à-vis des utilisateurs et c'est une méthode purement statistique. La dernière méthode est celle de l'évaluation online. Elle consiste à utiliser les données des utilisateurs en temps réel et non après comme la précédente. On observe si les recommandations ont été suivies et on garde donc accès à la temporalité.

Sachant que nous ne possédons pas encore de données, l'évaluation off line était impossible, de plus, une autre évaluation centrée sur les utilisateurs a un coût, prend plus de temps et surtout contient d'autres inconvénients inhérents à sa nature comme le manque de sujets, les réponses avec des biais (type acquiescement, tendance moyenne, désirabilité sociale. . .). L'évaluation online semblait donc la plus adéquate pour évaluer le système.

## **3.2 Les données**

Les données que nous pouvons récolter sur ce système sont les traces de l'étudiant sur le site Arche, les recommandations qui lui ont été faites avec le titre de la ressource, sa description, L'url de l'image associée, les algorithmes utilisés, si les ressources ont été consultées, l'horaire exact de chaque étape de la procédure, et ce pour chaque connexion de l'étudiant(voir le tableau de la figure 4).

## **3.3 L'évaluation**

Pour évaluer un système de recommandation, on s'intéresse principalement aux rapports entre les recommandations proposées et celles suivies, à l'efficacité des différents algorithmes et surtout aux évolutions temporelles. Comme les informations que nous possédons sont les traces de navigation, il est impossible de connaître l'avis de l'utilisateur sur les ressources proposées. Seule la consultation est connue. On axe donc l'évaluation sur la précision des ressources, car c'est elle qui va encourager la consultation.

Pour notre système nous avons mis en place plusieurs indicateurs en fonction : des algorithmes, des ressources, des recommandations et de la temporalité. Il nous semblait important de discriminer les algorithmes, de voir quelle part des ressources était proposée et quelle part était consultée parmi celle-là.

## 4 Déploiement des résultats sous la forme d'un tableau de bord

### 4.1 Conception

Afin de pouvoir mettre en place un tableau de bord pouvant suivre les performances des algorithmes, il fallait déjà trouver des indicateurs de ces performances. Grâce aux lectures d'articles parlant de ce sujet et de quelques réunions avec notre professeur de projet tutoré, nous avons dégagé une liste d'indicateurs assez explicites. Ces indicateurs sont divisés en trois catégories, chacune en lien avec un aspect du projet. En voici la liste par catégorie :

#### **Algorithmes**

- Nombre de recommandations envoyées pour chaque algorithme
- Rapport entre le nombre de recommandations envoyées et consultées pour chaque algorithme
- Rapport entre le nombre de recommandations envoyées pour chaque algorithme et le total des recommandations envoyées
- Rapport entre le nombre de recommandations consultées pour chaque algorithme et le total des recommandations consultées
- Durée moyenne entre l'envoi et la consultation d'une recommandation pour chaque algorithme

#### **Recommandations**

- Nombre total de recommandations envoyées
- Nombre total de recommandations consultées
- Rapport entre le nombre de recommandations envoyées et consultées au total
- Rapport entre le nombre de recommandations consultées ayant une image et une description et le total consulté
- Top 50 des recommandations consultées
- Recommandation pour un utilisateur :
  - Durée entre l'envoi et la consultation d'une recommandation
  - Nombre de fois où une recommandation a été consultée

## Ressources

- Nombre total de ressources consultées
- Nombre de ressources consultées grâce aux recommandations
- Rapport entre le nombre de ressources consultées grâce aux recommandations et le nombre total de consultations
- Top 50 des ressources consultées

Certains de ces indicateurs n'ont pas pu être mis en place faute d'accès aux données, mais cela sera expliqué dans la partie relative aux points d'amélioration.

Les indicateurs ont été organisés en pages selon ce à quoi ils ont trait. Ceci donne les diagrammes organisationnel et de cas d'utilisation suivants :

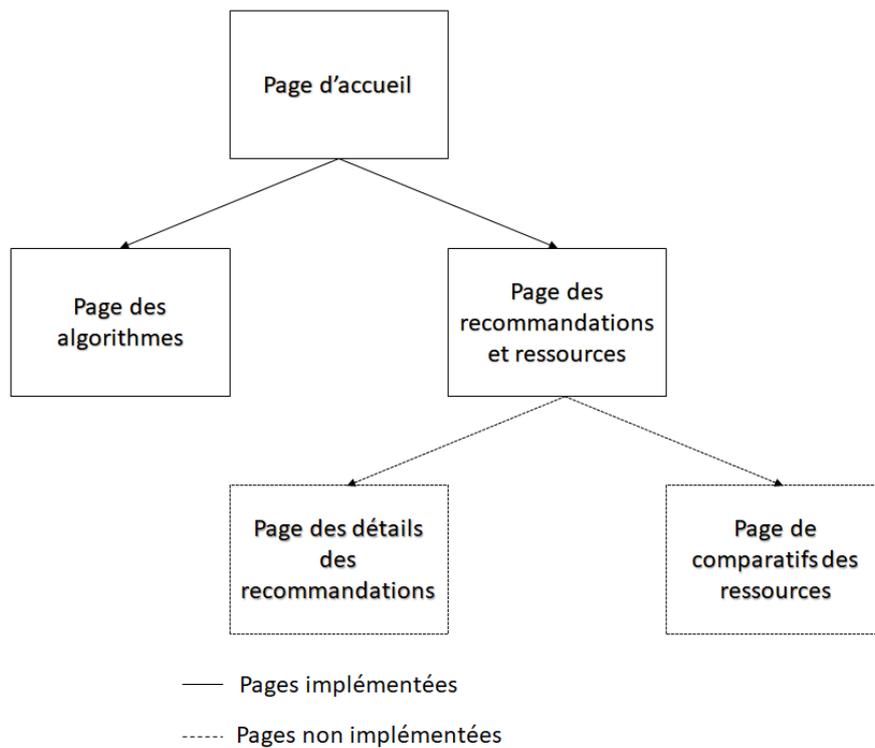


FIGURE 1 – Diagramme organisationnel

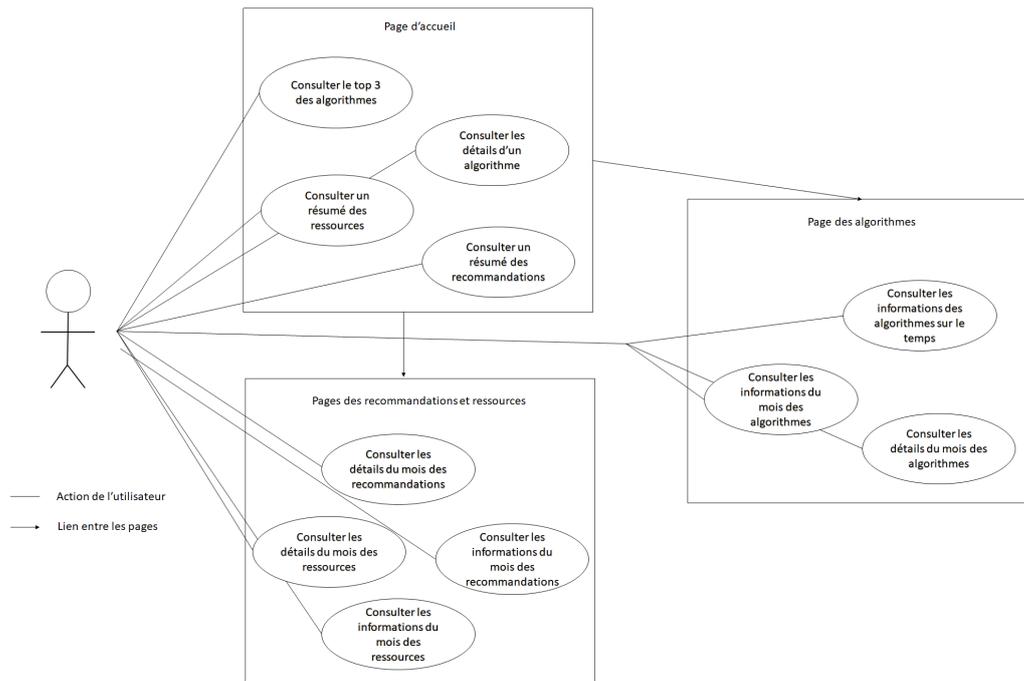


FIGURE 2 – Diagramme de cas d'utilisation

## 4.2 Mise au point

Pour réaliser l'application, plusieurs technologies ont été étudiées. Le Python fut évoqué en premier car ce langage dispose de beaucoup de bibliothèques intéressantes pour le traitement de données statistiques. Malheureusement, la création d'une interface graphique en Python nous était totalement inconnue et semblait particulièrement ardue. Nous nous sommes donc penchés sur le plus simple en la matière : le langage web. Elastic Search semblait être un bon choix car fortement lié aux traitements de données statistiques, mais dans notre cas ces traitements n'étaient pas assez complexes pour s'encombrer d'un framework dédié à cela. Enfin, une bibliothèque JavaScript très intéressante a été trouvée : HighChart. Celle-ci permet de faire un grand nombre de graphiques statistiques de manière totalement dynamique et avec une certaine esthétique : elle a donc été choisie comme base.

En premier lieu, il avait été décidé de communiquer directement avec le serveur où sont entreposées les données des algorithmes et des recommandations via une API REST créée par le professeur, c'est pourquoi l'intégralité de l'application avait été pensée en HTML et JavaScript tout simplement. Cependant celui-ci s'est rendu compte après coup que cela ne serait pas accepté. En effet, nos appels à cette API risqueraient de ralentir tout le système car il est déjà utilisé par un grand nombre de services. Cette décision nous a contraints à rajouter un nouveau langage dans l'application : le PHP. En effet, pour palier à ce problème, il a été décidé de profiter de la duplication hebdomadaire des données du serveur afin d'en créer une copie que nous serions les seuls à utiliser.

Malheureusement, JavaScript n'est pas un langage permettant de communiquer directement avec un serveur, d'où l'implémentation du PHP. Cette implémentation permet de résoudre un deuxième souci pointé par notre professeur auquel nous n'avions pas pensé : l'application était prévue pour six algorithmes, pas un de plus ou de moins. Ce qui peut poser problème si, par exemple, un certain mois un algorithme n'a envoyé aucune donnée.

Changer l'application pour s'adapter dynamiquement au nombre d'algorithmes contenus dans la base permet aussi de penser à l'exportation de cette application. En effet, grâce à cela n'importe quelle université pourrait utiliser cette application du moment que la base de données a la même structure que la nôtre.

### **4.3 Présentation**

L'application est composée de trois pages : la page d'accueil, la page dédiée aux algorithmes et la page dédiée aux recommandations et ressources. De plus, il a été décidé de ne considérer que les données du mois en cours pour l'affichage.

## **Page d'accueil**

La figure 5 montre la page d'accueil qui a été pensée pour s'organiser en modules. Ces modules représentent un aperçu des données de leur page principale liée (comme par exemple le Top 3 des algorithmes les plus efficaces pour la page dédiée aux algorithmes).

Chaque module peut être masqué si besoin et dispose d'un lien permettant d'accéder à la page principale à laquelle il fait référence.

## **Page dédiée aux algorithmes**

Cette page regroupe toutes les informations liées aux algorithmes et est présentée dans la figure 6. Chaque algorithme dispose d'un graphique en camembert montrant le pourcentage de recommandations envoyées et consultées pour celui-ci par rapport au nombre total de recommandations envoyées, ainsi que des informations détaillées sur ses performances (comme le temps moyen de consultation d'une recommandation envoyée via celui-ci, ou encore son taux de visites).

Pour voir l'évolution des performances d'un algorithme dans le temps, la page dispose d'un graphique en barres permettant d'afficher les données d'un algorithme choisi sur le long terme.

## **Page dédiée aux recommandations et aux ressources**

La troisième et dernière page (figure 7) est pour le moment la plus simple, car bon nombre des indicateurs que nous avons prévus pour cette partie n'ont pas pu être mis en place.

À gauche se trouve la partie liée aux recommandations qui affiche plusieurs données telle que : le pourcentage de recommandations ayant une description et une image par rapport au nombre total de recommandations visitées, ou encore plus simplement le taux de visite global des recommandations.

À droite, un graphique montre le pouvoir couvrant des recommandations. Il permet de voir si ces dernières pointent toujours vers les mêmes ressources ou si les propositions sont variées.

#### 4.4 Scénario

L'utilisateur se connecte sur le site pour vérifier les performances des algorithmes. Sur la page d'accueil il a déjà un aperçu des trois meilleurs algorithmes et du premier algorithme de la base, qu'il peut changer pour afficher celui qu'il veut en déroulant le menu adéquat. L'utilisateur veut plus de détails, donc il clique sur l'icône d'expansion pour accéder à la page dédiée aux algorithmes.

Sur cette page il peut trouver toutes les informations numériques et des graphiques pour chaque algorithme présent dans la base pour le mois en cours. Il souhaite aussi avoir accès à l'évolution des performances d'un certain algorithme, donc il descend dans la page pour trouver le diagramme en bâton. Il peut choisir quel algorithme afficher grâce au menu de sélection.

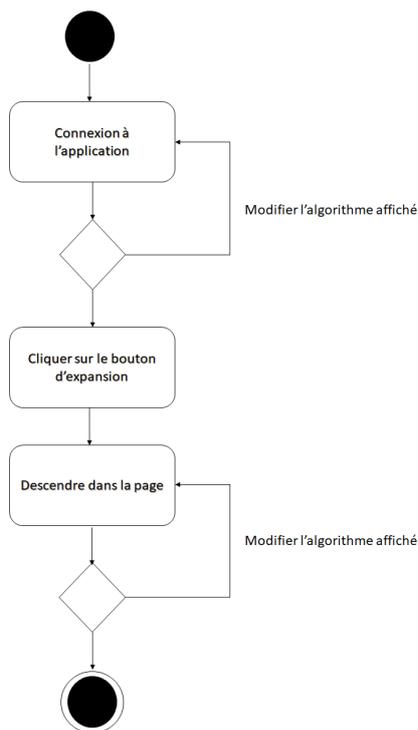


FIGURE 3 – Diagramme d'activité du scénario

## 4.5 Points d'amélioration

Quelques indicateurs n'ont pas pu être mis en place pour une raison simple : la confidentialité. En effet, nous avons prévu un résumé pour chaque recommandation (figure 8) permettant de voir quels utilisateurs les utilisent et quels sont leur efficacité mais les données des utilisateurs ne nous sont pas accessibles.

Le même souci s'est présenté du côté des ressources des UNT où nous voulions faire un comparatif des ressources consultées grâce aux recommandations et celles consultées depuis l'extérieur (figure 9).

L'application aurait pu avoir davantage d'utilité avec ces données mais malheureusement, cela n'a pas été possible.

Un autre problème concerne les données brutes utilisables. En effet, les algorithmes n'ont pas beaucoup eu le temps de fonctionner durant cette année donc les données présentes dans la base actuelle (ainsi que sur les captures d'écrans) sont totalement fictives. Il serait très intéressant de voir le comportement de notre application et son utilité dans un cadre de données réelles.

## 5 Conclusion

Nous avons déterminé des indicateurs pour une évaluation online du système de recommandation des ressources des UNT sur le site ARCHE. Nous nous sommes focalisés sur les algorithmes, les recommandations et les ressources. Les indicateurs choisis sont fonctionnels et montrent l'utilisation faite du système, ses points forts autant que ses points faibles.

Certains indicateurs n'ont cependant pas pu être mis en place faute de confidentialité. Les données montrées sont pour le moment fictives car le système n'a été déployé que tardivement. Certaines perspectives restent donc à explorer une fois que les données pourront être récoltées auprès d'échantillons représentatifs et suffisamment importants. Nous pourrions ainsi voir si les indicateurs utilisés discriminent suffisamment les différents algorithmes et les différentes périodes.

Il serait intéressant d'utiliser ces indicateurs et de déployer le système sur plusieurs universités, sur plusieurs domaines d'études différents, pour faire des comparaisons. De même, une comparaison avec l'étude menée précédemment semble intéressante pour la méta évaluation.

## 6 Bibliographie

- [1] John. KONSTAN, Joseph A. et RIEDL. Recommender systems : from algorithms to user experience. user modeling and user-adapted interaction, 2012. vol. 22, no 1, p. 101-123.
- [2] CHEUNG-MON-CHAN Pascal et BOTHOREL Cécile. LE THРАН, D. K. Conception et développement de fonctionnalités innovantes liées a facebook pour un système de recommandation. rapport bibliographique, telecom bretagne, 2011.
- [3] ROKACH Lior et SHAPIRA-Bracha. RICCI, Francesco. Introduction to recommender systems handbook. springer us, 2011.
- [4] Asela. SHANI, Guy et GUNAWARDANA. Evaluating recommendation systems. in : Recommender systems handbook. springer us, 2011. p. 257-297.

# 7 Annexes

## Table des données récoltées

The screenshot shows a database management interface for a table named 'recommendation' in the 'pericles\_reco' database on a localhost server. The table structure is displayed in a grid format with columns for field number, name, type, collation, attributes, nullability, default value, extra options, and actions.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id	bigint(20)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
2	version	bigint(20)			No	1		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
3	user_session_id	bigint(20)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
4	algo	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
5	creation_date	datetime			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
6	description	longtext	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
7	image_url	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
8	nb_shown	int(11)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
9	nb_viewed	int(11)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
10	no_recent	int(11)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
11	project_id	bigint(20)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
12	shown_date	datetime			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
13	sim	float			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
14	suplom_id	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
15	title	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
16	url	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
17	user_id	int(11)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
18	viewed_date	datetime			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values

FIGURE 4 – Table des données récoltées



Tableau de bord du mois de Mai

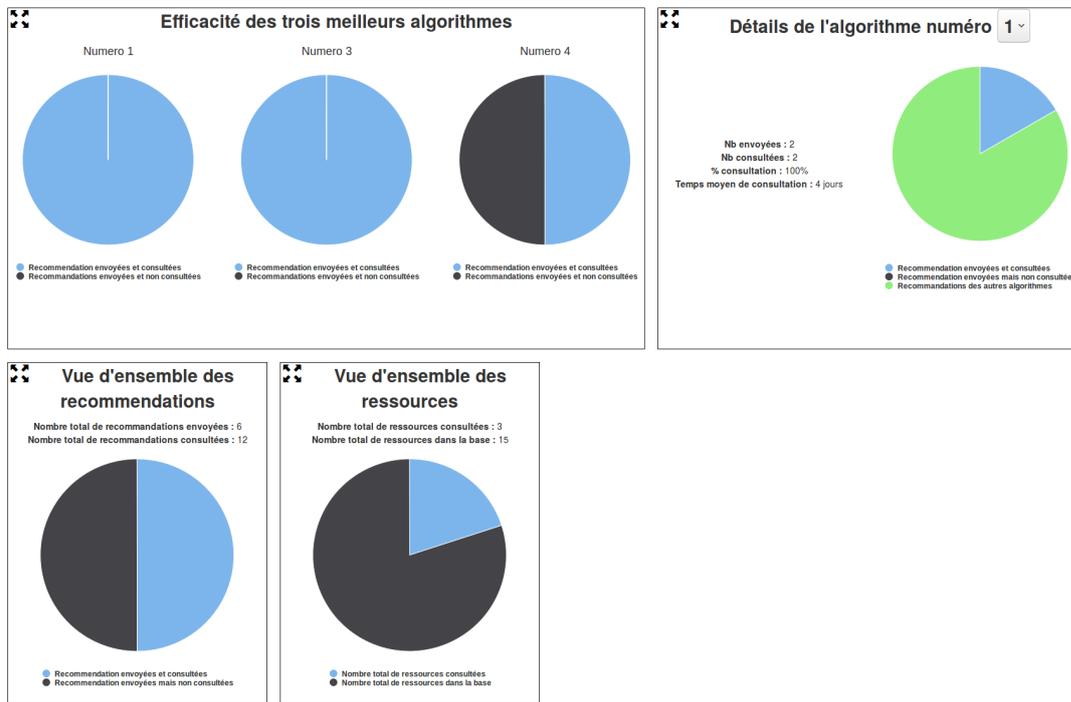


FIGURE 5 – Page d'accueil

# Page des algorithmes

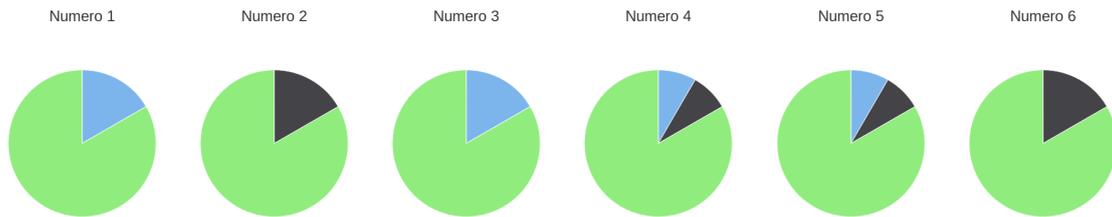
← Retour

## Détails des algorithmes pour le mois de Mai

### Algorithmes

Numéro 1	Numéro 2	Numéro 3	Numéro 4	Numéro 5	Numéro 6
Nb envoyées : 2 Nb consultées : 2 % consultation : 100% Temps moyen : 4j	Nb envoyées : 2 Nb consultées : 0 % consultation : 0% Temps moyen : 0j	Nb envoyées : 2 Nb consultées : 2 % consultation : 100% Temps moyen : 7j	Nb envoyées : 2 Nb consultées : 1 % consultation : 50% Temps moyen : 8j	Nb envoyées : 2 Nb consultées : 1 % consultation : 50% Temps moyen : 5j	Nb envoyées : 2 Nb consultées : 0 % consultation : 0% Temps moyen : 0j

Rapport entre les recommandations envoyées et consultées pour un algorithme, et le nombre total de recommandations



Détails mois par mois de l'algorithme numero



FIGURE 6 – Page des algorithmes

## Page des recommandations et ressources

← Retour

Détails des recommandations et ressources pour le mois de Mai

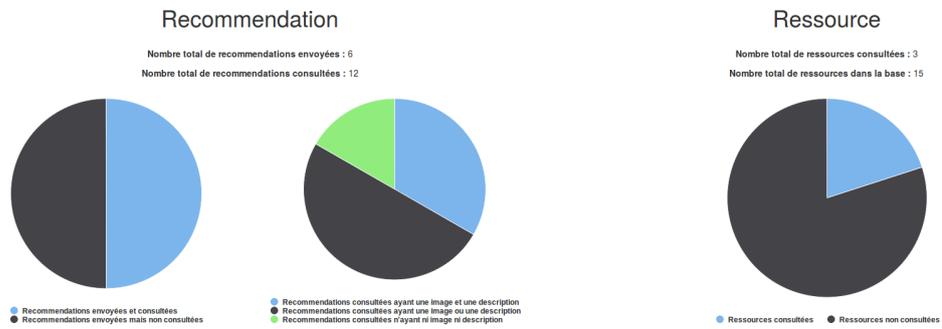


FIGURE 7 – Page des recommandations et ressources

# Maquette de page dédiée aux détails des recommandations et des utilisateurs

Recommandation 1 ▾	<p style="text-align: center;">Recommandation sur la ressource : \$TITLE</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Envoyer à : \$user_id</p> <p>Algorithme utilisé : Salgo</p> <p>Date d'envoi : \$shown_date</p> <p>Date de consultation : \$viewed_date</p> <p>Durée entre l'envoi de la consultation : DUREE</p> <p>Nombre de consultation : \$nb_shown</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>url de la ressource : \$url</p> <p>Description :</p> <p>\$description</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <p>Image :</p> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>\$image_url</p> </div> </div>	
Utilisateur 1		
Utilisateur 2		
Utilisateur 3		
⋮		
Recommandation 2 ▾		
Recommandation 3 ▾		
Recommandation 4 ▾		
Recommandation 5 ▾		
⋮		

FIGURE 8 – Maquette de page dédiée aux détails des recommandations et des utilisateurs

