



Système de gestion des connaissances appliquées en géotechnique : étude de cas

Hamza Karrad, Saeed Kharaghani, Patrice Rivard
Département de génie civil – Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada

RÉSUMÉ

Un système de gestion de connaissances est l'ensemble du processus qui permet de gérer (acquisition, traitement et stockage) de données utiles. Cette étude de cas reflète le travail de recherche menée au sein du Laboratoire de Mécanique des Roches et Géologie Appliquée de l'Université de Sherbrooke et porte principalement sur la mise en place d'un outil de gestion de connaissances appliquées en géotechnique afin de faciliter l'exploitation des données. Ce type de système transforme les données brutes accumulées par une organisation en connaissances utiles en les collectant dans une base de données centrale. Cela permet de rendre les données facilement consultables et ainsi les utilisateurs pourront trouver eux-mêmes les connaissances dont ils ont besoin. Ce type de systèmes rend possible l'application des algorithmes d'intelligence artificielle sans se soucier du problème de données.

Mots-clés : système, gestion de connaissances, données, outil, géotechnique, intelligence artificielle.

ABSTRACT

Knowledge management is the set of processes that help acquire and store useful data. This study was carried out at the Laboratoire de Mécanique des Roches et Géologie Appliquée de l'Université de Sherbrooke and aimed at setting up a knowledge management tool applied to geotechnical data to simplify their acquisition and exploitation. These systems transform raw data that was gathered by any organization into structured data and store them in a central database. This allows easy retrieval of these data and therefore users are able to access what they need easily. Thus, applying complex machine learning and artificial intelligence techniques to these data becomes straightforward because we bypass the data gathering step.

Keywords: knowledge management, system, data, tool, geotechnical, artificial intelligence.

1 INTRODUCTION

À l'échelle universitaire, l'optimisation des systèmes de gestion des connaissances permettra de favoriser la création, et le partage des connaissances entre les chercheurs, les étudiants, et les autres parties prenantes. En particulier, dans les laboratoires de recherche qui sont considérés comme des centres de connaissances, diverses activités sont menées pour générer, préserver, diffuser et appliquer des connaissances. Cependant, toute recherche nécessite la présence et l'accès fluide aux référentiels qui regroupent plusieurs sources d'informations. Ainsi, pour développer une base de connaissances, chaque organisation doit d'abord identifier ses sources de connaissances disponibles, les capturer et les gérer d'une manière efficace.

Un système de gestion de connaissances basé sur une application web est un système qui utilise les avancées

technologiques dans ce domaine pour fournir une interface qui apporte plusieurs avantages: un accès rapide, l'intégrité, la durabilité et un accès multi-utilisateur ce qui favorise la collaboration entre les utilisateurs (Issa et Haddad, 2008). Une organisation compétitive est celle qui utilise un système de gestion des connaissances pour identifier et exploiter ses connaissances. Cela comprend sa capacité de créer, de capturer et de partager de manière efficace ses données, et son expertise pour faire face aux différents problèmes rencontrés, et pour profiter des différentes opportunités rencontrées (Al-Emran et al, 2018).

Depuis quelques années, le Laboratoire de Mécanique des Roches et le Groupe de Recherche en Auscultation et l'Instrumentation de l'Université de Sherbrooke ont commencé à investir dans les infrastructures informatiques et technologiques, pour appliquer les méthodes de l'intelligence artificielle dans différents projets de recherche

liés à la géotechnique. Un exemple d'application de ces méthodes est l'entraînement des modèles d'apprentissage automatique pour prédire la résistance au cisaillement, la résistance à la traction des interfaces, ainsi que la détection des fissures dans le béton en temps réel en utilisant des drones, etc. Toutefois, ces méthodes d'apprentissage automatique nécessitent assez de données et connaissances structurées.

À l'Université de Sherbrooke, la plus grande partie de ces données et connaissances est disponible sur un réseau local. Ces données sont triées par projet et par auteur. Cependant, au fur et à mesure que le nombre de fichiers augmente, la gestion et l'exploitation de ces données deviennent complexes, et l'utilisation d'un système centralisé devient primordiale. En plus, les projets réalisés par le laboratoire sont à la fois des contrats entre l'Université et les entreprises, où l'on génère d'énormes quantités de données par différents essais, mais avec des informations manquantes, et aussi des projets de recherche plus poussés où on a un portrait plus complet des résultats.

L'apprentissage automatique est une branche de l'intelligence artificielle basée sur un principe : les systèmes informatiques peuvent apprendre les structures latentes des données et identifier leurs modèles sous-jacents, améliorant ainsi la compréhension et la prise de décision pour les utilisateurs.

L'analyse des données est étape importante dans l'apprentissage automatique et demeure un sujet de recherche très actif. Elle consiste en un ensemble de méthodes visant à rendre ces connaissances utilisables par différents algorithmes. Ce processus de préparation des données est l'un des principaux défis pouvant entraver un projet de recherche. En effet, les tâches de préparation des données peuvent pratiquement prendre la majorité de temps consacré aux projets.

L'objectif principal de ce travail de recherche est de développer un système de gestion de connaissances dans le domaine de la géotechnique basée sur une application web au sein du laboratoire. Le projet vise d'une part, à rendre la gestion et le partage des données et des connaissances facile et efficace entre le Laboratoire de Mécanique des Roches de l'Université de Sherbrooke et les firmes œuvrant en géotechnique, et d'autre part, à centraliser et préparer les données nécessaires pour appliquer des algorithmes de l'intelligence artificielle (apprentissage automatique et apprentissage en profondeur).

2 LA GESTION DES CONNAISSANCES

La gestion des connaissances peut être définie comme le processus d'application d'une approche systématique de capture, structuration, gestion et de diffusion des connaissances dans une organisation. L'objectif de ce système est de réutiliser les meilleures pratiques, travailler plus efficacement et réduire les retouches coûteuses d'un projet à l'autre (Souto, 2013) (Pou, et al, 2019). Le tableau 1 présente les avantages liés à l'intégration de la gestion des connaissances dans les organisations ainsi que certains de ses défis.

Tableau 1. Avantages et défis de la gestion de connaissances

Avantages gestion des connaissances	Défis
Permettre une meilleure prise de décision.	Transformer de grandes quantités de données en forme utilisable.
Réutiliser les idées, les documents et l'expertise.	Élimination des données erronées et anciennes.
Profiter de l'expertise et de l'expérience existantes des experts.	Garder les informations à jour.
Transmettre rapidement et largement les informations importantes.	Éviter de surcharger des utilisateurs avec des données inutiles.
Rendre les expertises accessibles dans une organisation.	Sécurité d'accès aux données.

2.1 Acquisition de connaissances

L'acquisition de connaissances est l'un des principaux objectifs de la gestion de connaissances et ainsi joue un rôle important dans la construction de systèmes de base des connaissances. L'acquisition fait référence au processus d'acquisition des connaissances dans l'organisation à partir de sources internes en utilisant des moyens et techniques pour rechercher et récupérer des données et informations pertinentes (Aamodt, 2001).

2.2 Partage des connaissances

Le partage des connaissances est une grande préoccupation pour les gestionnaires des organisations. Les membres de l'organisation ont des difficultés d'accès aux connaissances nécessaires pour faire leur travail. De plus, même si cette connaissance existe dans l'organisation, parfois les personnes qui la possèdent refusent tout simplement de la partager. Ainsi, à court et à long terme, une grande partie des efforts du gestionnaire des connaissances doit se concentrer sur les moyens de promouvoir les comportements de partage des connaissances.

2.3 Transfert de connaissances

Le transfert des connaissances au sein d'une organisation est axé sur le savoir-faire (compétence). Son utilisation améliore les performances pour obtenir un avantage concurrentiel (Alipour et al, 2011). Cela doit se produire de manière dynamique, à tous les niveaux de l'organisation, pour qu'une organisation se maintienne et demeure viable. La véritable valeur du transfert de connaissances est réalisée lorsqu'il est intégré avec succès dans l'infrastructure globale des processus métier, permettant une génération et une capture des connaissances. En principe, le transfert de connaissances peut être décomposé en différentes étapes. Les quatre étapes qui décrivent le processus : création, partage, évaluation et

diffusion d'idées (Jarvenpaa et Staples, 2000) (Alipour et al, 2011) :

- Création : les connaissances doivent exister avant de pouvoir être transférées et gérées. Cependant, les organisations doivent évaluer la nature cognitive de leurs employés, leurs interactions et leurs capacités innovantes pour identifier où et comment les connaissances pertinentes sont créées au sein de l'organisation.
- Partage : le partage fait principalement référence à la nécessité d'exposer l'idée afin qu'elle soit évaluée. En réalité, le partage est souvent associé à la validation et à la diffusion. La diffusion a lieu une fois que l'idée a passé un certain niveau minimum d'évaluation.
- Évaluation : les organisations doivent évaluer de nouvelles idées pour voir ce qui a fonctionné dans le passé, ce qui est susceptible de fonctionner réellement dans de nouveaux endroits. Les employés doivent avoir la capacité, les incitations et les structures nécessaires pour effectuer les études de validation.
- Diffusion : La clé de la diffusion des connaissances est que les utilisateurs les reçoivent et peuvent les utiliser.

2.4 Cycles de gestion des connaissances

Le cycle de gestion des connaissances est un processus de transformation des informations en connaissances au sein d'une organisation. Néanmoins, il explique comment les connaissances sont capturées, traitées et distribuées dans une organisation.

Le modèle proposé par Meyer et Zack (1996) définit les différentes étapes d'un cycle de gestion du savoir mettant l'accent sur la « raffinerie ». Ces étapes sont mises en réseau en utilisant une logique afin de faciliter l'analyse du référentiel de connaissances et une cartographie claire de chacune des étapes du cycle de gestion des connaissances (Meyer et Zack, 1996). Les principales étapes de développement d'un référentiel de connaissances identifiées par Meyer et Zack l'acquisition, raffinement, stockage / récupération, distribution et la présentation / utilisation (Meyer et Zack, 1996).

- L'acquisition de données ou d'informations traite des questions telles que la portée, étendues, profondeurs, crédibilités, exactitudes, actualités, pertinences, coûts, contrôles, l'exclusivité, etc. Les données doivent être de la plus haute qualité, sinon les produits intellectuels produits en aval seront inférieurs.
- Le raffinement est la principale source de valeur ajoutée. Ce raffinement peut être physique ou logique. Cette étape du cycle Meyer et Zack ajoute de la valeur en créant des connaissances plus facilement utilisables en stockant le contenu de manière plus flexible pour une future utilisation.
- Stockage et récupération : cette étape consiste à former un point entre l'amont (étapes d'acquisition et de raffinement) qui alimente le référentiel et les étapes en aval de la génération de produits. Stockage peut être physique (dossiers,

informations imprimées) ou numérique (base de données, logiciel de gestion des connaissances).

- La distribution décrit comment le produit est livré à l'utilisateur final et englobe non seulement le moyen de livraison, mais également son calendrier, sa fréquence, sa forme, sa langue.
- Le contexte joue un rôle important à l'étape de la présentation. Toutefois, la valeur de la connaissance est largement influencée par le contexte de son utilisation. Des capacités doivent être fournies pour organiser, sélectionner et intégrer de manière flexible le contenu des connaissances. Sinon, le cycle de gestion de connaissances n'a pas réussi à fournir de la valeur à l'individu et, finalement, à l'organisation.

Le modèle de Berkowitz et Williams présente un cadre de processus de gestion de connaissances afin de décrire « comment les organisations générer, maintenir, et déployer les connaissances pour créer la valeur. ». Dans ce cadre, « la connaissance se compose de référentiels de connaissances, relations, technologies de l'information, des infrastructures de communication, des compétences fonctionnelles, savoir-faire, et sources externes » (Bukowitz et Williams, 1999). Les trois phases obtenir, apprendre et contribuer sont de nature tactique. Elles sont déclenchées par des opportunités ou des demandes par le marché et entraînent une utilisation quotidienne des connaissances pour répondre à ces demandes. Les phases évaluer, construire / maintenir et céder sont de nature plus stratégique, déclenchée par des changements dans l'environnement économique. Celles-ci se concentrent sur des processus à long terme pour faire correspondre le capital intellectuel aux exigences stratégiques (Bukowitz et Williams, 1999).

- La première étape consiste à rechercher les connaissances nécessaires pour prendre des décisions et résoudre des problèmes.
- La deuxième étape est la phase d'utilisation qui consiste à traiter la manière de combiner des connaissances, déterminer leur pertinence et la possibilité de réutiliser afin de favoriser l'innovation organisationnelle par le biais des individus.
- La troisième étape est la phase d'apprentissage qui décrit le processus formel d'apprentissage à partir d'expériences comme moyen de créer un gain concurrentiel. L'apprentissage dans les entreprises est important, il sert de transition entre l'application des idées et la génération de nouvelles connaissances.
- La quatrième étape est la phase de contribution du cycle de gestion des connaissances qui consiste à encourager les employés à publier dans la base de connaissances commune ce qu'ils ont appris (comme un référentiel). À cette fin les connaissances individuelles peuvent être disponibles pour l'ensemble de l'organisation [10].
- Cette étape est celle de l'évaluation relative à la qualité des individus et à la performance de l'organisation jusqu'à présent. L'évaluation ici est utilisée par les organisations pour préparer les besoins intellectuels dont elles ont besoin pour faire

face à l'avenir de l'organisation qui aura certainement plus de concurrence.

- La sixième étape « construire et maintenir » dans le cycle de gestion de connaissances rend le futur capital intellectuel de l'organisation valide et compétitif. Les ressources tangibles et intangibles doivent être allouées pour accroître la croissance et le maintien des connaissances.

2.5 Modèle de gestion de connaissances Nonaka et Takeuchi

Plusieurs modèles ont été proposés dans la littérature pour représenter les approches de différents aspects de la gestion de connaissances (personnes, processus et technologie). Ces modèles présentent les bases théoriques solides pour expliquer, décrire et prévoir le meilleur moyen de gérer les connaissances. Le modèle introduit par Nonaka et Takeuchi 1995 est le plus utilisé actuellement. Ce modèle (figure 1) comporte quatre étapes tacites à tacites (socialisation), tacite à explicite (externalisation), explicite à explicite (combinaison) et explicite à tacite (internalisation).

La socialisation des connaissances comprend toutes les activités de traitement des connaissances nécessaires pour gérer des connaissances tacites qui sont difficiles à saisir et stocker explicitement dans les référentiels. Mais comme les connaissances tacites sont difficiles à formaliser, il est très important de partager les connaissances tacites en connectant les chercheurs via des outils collaboratifs.

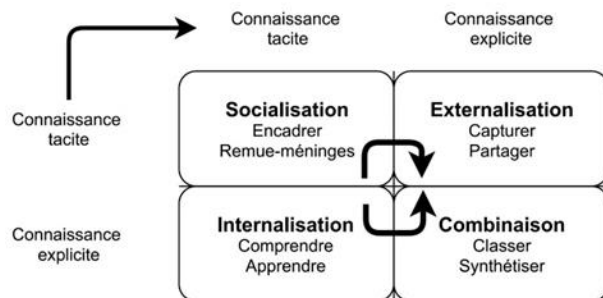


Figure 1. Conversion de connaissances du modèle Nonaka et Takeuchi, 1995.

L'externalisation des connaissances comprend les activités nécessaires pour saisir les connaissances tacites et les transformer en connaissances explicites. Ce niveau de traitement des connaissances exige que les chercheurs codifient leurs expériences de travail, savoir-faire et meilleures pratiques. Cela nécessite l'intervention des chercheurs au sein du laboratoire pour préparer des rapports de problèmes, solutions, réunions, discussions et idées utiles dans les projets, et les articuler dans des formats explicites qui peuvent être facilement capturés dans les référentiels du système de gestion de connaissances.

La combinaison de connaissances consiste à gérer des connaissances explicites en capturant des documents, combinant les contenus associés, mettant les contenus

dans des formats appropriés et, enfin, en les rendant disponibles pour être recherchés et réutilisés par les utilisateurs finaux du système de gestion de connaissances. Ce niveau de traitement des connaissances peut inclure des activités telles que la numérisation de documents papier, la révision, la modification, la fixation de fichiers, des photos et des vidéos, des ressources, la catégorisation et, enfin, l'approbation des connaissances disponibles.

L'internalisation des connaissances comprend toutes les activités du laboratoire de recherche pour gérer les connaissances combinées. L'utilisation des outils technologiques du système de gestion de connaissances pour récupérer, réutiliser, évaluer et mettre à jour les connaissances précédemment enregistrées dans les référentiels sont tous des exemples d'activités qui peuvent être appliquées pour traiter des connaissances combinées à ce niveau de traitement.

3 MÉTHODOLOGIE

La mise en œuvre d'un système de gestion de connaissances nécessite l'utilisation d'une méthodologie rigoureuse pour atteindre les objectifs de la recherche qui consiste à :

- Effectuer un audit des connaissances, ce qui fournit une référence interne pour évaluer les effets des initiatives de gestion des connaissances après leur mise en place.
- Préparer les données pour appliquer des méthodes d'intelligence artificielle afin que tous les membres du laboratoire puissent utiliser les données dans des projets de recherches.
- Concevoir le système et développer l'application: avant de concevoir le système, il faudrait recueillir les informations nécessaires pour viser au mieux les besoins (objectifs principaux et public cible). Les éléments à prendre en compte lors cette phase sont les fonctionnalités que le système doit intégrer. Dans notre cas, nous avons choisi une solution open source pour faciliter l'intégration des modèles de l'intelligence artificielle.

3.1 Audit de gestion de la connaissance

Une enquête a été effectuée pour déterminer les initiatives de système de gestion de connaissances et étudier les facteurs critiques de succès pour la mise en œuvre de ce système au sein de laboratoire de recherche. L'objectif est de déterminer les activités, procédures et outils pour une mise en œuvre et une utilisation réussie et aussi d'examiner quelles sont les activités et méthodes actuellement utilisées dans le laboratoire pour gérer leurs connaissances. Finalement, l'enquête permet de développer et d'atteindre une version finale du système de gestion de connaissances qui peut gérer avec succès les connaissances. Les principales méthodes adoptées dans cette partie sont: entrevue et enquête par questionnaire.

L'entrevue fournit une méthode flexible et simple qui peut être utilisée pour obtenir des idées et opinions pour enrichir la recherche (Chauvel et Despres, 2002). En effet, des entretiens avec les membres de laboratoire et les

responsables concernés ont été effectués. Les personnes interrogées seront invitées à fournir des opinions générales et des aspects importants qui doivent être pris en compte lors de l'élaboration d'un modèle de gestion de connaissances, ainsi qu'à évaluer et discuter des composants du modèle proposé afin de fournir des opinions et des suggestions.

L'enquête par questionnaire est l'un des outils utilisés par les chercheurs pour confirmer ou améliorer ce qui était déjà cru ou connu. Cette enquête a également la capacité de fournir des résultats qui peuvent être quantifiés, traités et analysés. Ainsi, il permet d'étendre les résultats obtenus à partir de répondants.

3.2 Préparation des données pour appliquer des méthodes d'intelligence artificielle

La préparation des données est une étape importante dans l'apprentissage automatique et constitue un sujet de recherche très actif. Elle consiste en un ensemble de méthodes visant à rendre ces connaissances utilisables par différents algorithmes. Ce processus de préparation des données est l'un des principaux défis pouvant entraver un projet de recherche. En effet, les tâches de préparation des données peuvent pratiquement prendre la majorité de temps consacré aux projets (Chen et al, 2014).

Les étapes typiques de la préparation des données pour l'apprentissage automatique sont :

- **Collecte:** l'objectif de cette étape est l'acquisition des données de manière facile et pratique. Par la suite, ces données feront l'objet de traitement et de nettoyage.
- **Nettoyage:** les données collectées sont le plus souvent incomplètes, hétérogènes et pouvant contenir des doublons ou des erreurs. Le nettoyage permet de minimiser l'impact de ces erreurs sur la convergence des différents algorithmes. Il faut savoir que les méthodes utilisées dépendent à la fois des données et des algorithmes. Une connaissance approfondie des modèles est parfois nécessaire afin de choisir la solution adéquate.
- **Analyse:** plusieurs techniques d'analyse sont disponibles pour comprendre, interpréter et obtenir le maximum des données étudiées. La visualisation graphique facilite généralement le choix des modèles et leurs paramètres. Une première approche consiste à utiliser les modèles statistiques tels que la corrélation. L'analyse de régression garde une place importante en géotechnique, car elle permet l'identification des relations entre les différentes variables étudiées. En deuxième approche, on peut utiliser des modèles plus sophistiqués tels que les réseaux de neurones.
- **Collaboration:** les résultats de l'analyse des données doivent être communiqués dans un format accessible aux différents utilisateurs afin d'étayer leurs décisions et leurs futures actions. La collaboration des utilisateurs peut entraîner une analyse supplémentaire.
- **Stockage:** la dernière étape du traitement des données est le stockage. Une fois toutes les données traitées, elles sont ensuite stockées en

vue d'utilisation future. Bien que certaines informations puissent être utilisées immédiatement, une grande partie de celles-ci serviront à des fins ultérieures.

3.3 Concevoir le système et développer l'application

Cette partie inclut les étapes nécessaires pour concevoir le système de gestion de connaissances et l'architecture de l'outil. Sur la base des réponses aux questionnaires et entrevues menées, ainsi que de la revue de littérature, nous avons développé un modèle de gestion de connaissances visant à gérer efficacement les connaissances au sein des laboratoires de recherche de l'Université de Sherbrooke. Le modèle proposé inclut les spécifications du système et les architectures du système, ainsi l'outil qui prend en charge tout le système. Le but est de créer des liens de communication à travers des outils pour connecter les chercheurs et partager leurs connaissances. Ceci permettra de fournir la possibilité de stocker des connaissances importantes dans un format explicite accessible aux utilisateurs finaux.

Le modèle comporte les procédures de capture des connaissances explicites, le partage des connaissances, réutilisation et mise à jour des connaissances combinées, ainsi que la transformation des données et des informations en connaissances. Le traitement de données tel que l'exploration l'analyse et la création de rapports contribuera à donner un sens aux données et à les transformer en connaissances plus utiles pour la résolution de problèmes, et la prise de décisions. Cela augmentera sa valeur pour les utilisateurs.

Le nouveau système a été appliqué de façon échelonnée, en commençant par la mise en œuvre de l'outil, puis en appliquant des procédures de gestion de connaissances. L'architecture technologique permet aux utilisateurs finaux d'utiliser les référentiels, les services de système de gestion de connaissances via des connexions Internet.

Le modèle de Nonaka et Takeuchi (1995), présenté précédemment, a été utilisé pour la conception du système. Le but est de montrer comment de nouvelles connaissances peuvent être créées grâce à des interactions continues entre les quatre modes de connaissance.

Le premier mode est le processus de partage ou d'acquisition des expériences et du savoir-faire d'autrui soit par des méthodes directes, telles que les réunions, les conversations, l'observation, la pratique et la formation, soit par des méthodes indirectes, telles que la messagerie électronique, la réunion électronique, et apprentissage en ligne (e-learning). La socialisation aide à transformer les connaissances tacites en une forme de connaissances plus utile qui peut être saisie dans un format explicite.

Le deuxième mode est le processus de transformation des connaissances tacites en connaissances explicites pour simplifier leur transfert. Grâce à l'externalisation, un chercheur peut traduire les connaissances tacites qu'il a acquises par le biais de la socialisation dans un format explicite qui est plus facile à retrouver, à comprendre et à réappliquer par d'autres.

Le troisième mode est le processus de collecte de divers éléments de connaissance explicites. Ce processus représente la manière dont les contenus de connaissances explicites peuvent être combinés et stockés dans les référentiels et pris en charge avec des outils et des services disponibles pour les utilisateurs finaux.

Enfin, le quatrième mode signifie que les connaissances combinées peuvent être récupérées, réappliquées et testées, et ainsi contribuer à créer de nouvelles expériences et savoir-faire. Les nouvelles connaissances tacites générées peuvent être partagées et discutées entre les chercheurs. Elles peuvent être enregistrées dans des formats explicites, combinées avec de nouvelles ressources et utilisées pour mettre à jour dans les référentiels de système de gestion de connaissances.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats des questionnaires ont montré l'importance des outils technologiques de gestion de connaissances, en particulier ceux qui peuvent aider à capturer les connaissances et à les récupérer dans les référentiels. La fonction principale de ces bases de connaissances est l'encapsulation de données et informations provenant de différentes sources telles que les essais au laboratoire, les projets de recherche, les contrats industriels et d'autres bases de données. Cependant, une base de connaissances doit avoir une structure de classification, et un moteur de recherche sophistiquée soigneusement conçue.

En outre, les résultats montrent également que les technologies informatiques les plus couramment utilisées à l'Université de Sherbrooke sont les outils de gestion des connaissances qui prennent en charge un système de partage d'informations entre les membres, les outils d'apprentissages en ligne et les portails, tandis que les outils les moins implémentés sont les outils de gestion de connaissances explicites. Les outils de gestion de connaissances explicite permettent d'identifier les types de connaissances disponibles et manquantes. Ainsi, ils permettent également de classer les connaissances capturées disponibles pour les utilisateurs finaux.

Le modèle proposé adopte une architecture technologique qui permet aux utilisateurs finaux d'accéder et d'utiliser les référentiels et services de système de gestion de connaissances à partir de différents emplacements à l'intérieur et à l'extérieur de l'Université via des connexions Internet. Cependant, le modèle définit des niveaux d'autorisation d'accès pour différents utilisateurs afin de fournir les services requis aux bons utilisateurs et protéger les contenus sensibles contre les intrus indésirables.

En effet, le laboratoire a adopté un système de base de connaissances centralisé pour combiner ses différentes sources de connaissances. Le système fournit des référentiels centralisés et des bases de stockage pour les connaissances où les chercheurs peuvent trouver les documents nécessaires et les connaissances critiques dans un emplacement central à l'aide d'une plate-forme.

La solution proposée s'oriente sur la mise en place d'un système de gestion des connaissances basé sur une

application Web. On a vu dans la revue de littérature que les systèmes de gestion de connaissances peuvent gérer les connaissances avec un haut niveau d'efficacité, ce qui incite à leur utilisation dans notre cas, car de nombreuses fonctionnalités de structuration, d'indexation, de recherche et récupération sont prises en charge par le système. Cependant, trois critères d'évaluation essentiels doivent être pris en compte lors du choix de l'outil de gestion des connaissances: 1) le coût, 2) les fonctionnalités et 3) le fournisseur. Dans notre cas, la solution sélectionnée est de type *open source*. Cela signifie que l'outil est gratuit et n'importe qui peut contribuer à le modifier pour répondre à ses propres besoins si des fonctionnalités supplémentaires sont requises.

La solution proposée est un outil pour gérer les connaissances explicites (documents) générées au sein du Laboratoire de mécanique des roches de l'UdeS, partager des données scientifiques, organiser les documents par métadonnées, et collaboration entre les membres de laboratoire. Il fournit la solution pour les tâches suivantes:

- Contrôler le volume croissant d'informations à gérer.
- Mettre fin à la diversification des sources de stockage des informations.
- Empêcher la duplication des informations.
- Obtenir des informations valides grâce au contrôle des versions des documents.
- Réduire le temps et les ressources utilisées pour localiser les informations.
- Empêcher les fuites de connaissances ou les accès illicites des utilisateurs.
- Limiter l'accès des utilisateurs non autorisés aux informations.

Les fonctionnalités de l'outil de gestion de connaissances sont (Figure 2):

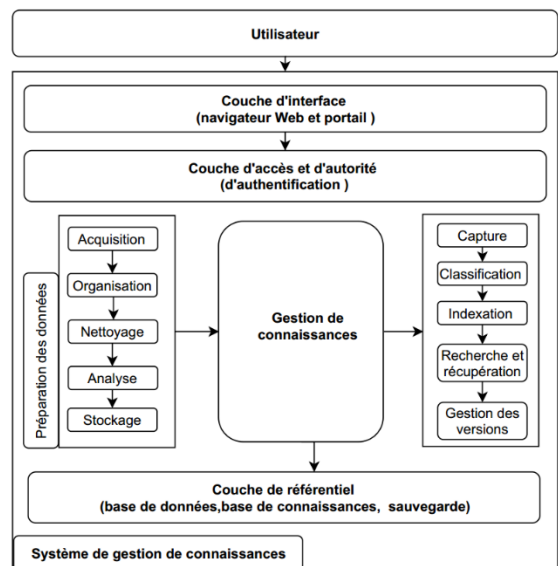


Figure 2. Les composants technologiques et les fonctionnalités du système de gestion de connaissances

- Capturer les documents afin qu'ils puissent être utilisés par le système de gestion des documents, ils doivent être numérisés.
- Classifier à l'aide de métadonnées. Les métadonnées (données sur les données) sont utilisées pour identifier le document afin qu'il puisse être récupéré ultérieurement. Il peut inclure des mots-clés, une date, un auteur, etc. L'utilisateur est souvent invité à saisir ces métadonnées ou bien le système peut les extraire du document. La reconnaissance optique de caractères peut être utilisée pour identifier du texte sur des images numérisées.
- Indexer. Il existe de nombreuses formes différentes et un bon système d'indexation est crucial. La fonction index utilisera des métadonnées.
- Rechercher et récupérer. La fonction de recherche du système de gestion de documents est l'un de ses éléments les plus importants. Les fonctions de recherche peuvent être plus ou moins sophistiquées, permettant des recherches par éléments des métadonnées du document, ou en recherchant dans le document les mots / expressions clés et en utilisant une analyse sémantique pour déterminer la pertinence.
- Gérer. La gestion de différentes versions de documents nécessite des mises à jour fréquentes dans le but de permettre aux utilisateurs autorisés de revenir aux versions précédentes.
- Administrer et sécuriser. Tout système informatique doit être réglementé et contrôlé. Les utilisateurs ont besoin de niveaux d'autorisation différents. Certains documents / fonctions plus sensibles n'étant disponibles que pour les utilisateurs / administrateurs sélectionnés. Les systèmes de gestion de documents disposeront également de systèmes de sauvegarde en cas d'incident.

En conséquence, on peut conclure que l'utilisation d'un système de gestion de connaissances permet d'aider à préparer les données pour une application éventuelle des algorithmes de l'intelligence artificielle. La Figure 3 illustre où la gestion de connaissance pourrait intervenir dans le pipeline de l'apprentissage automatique.

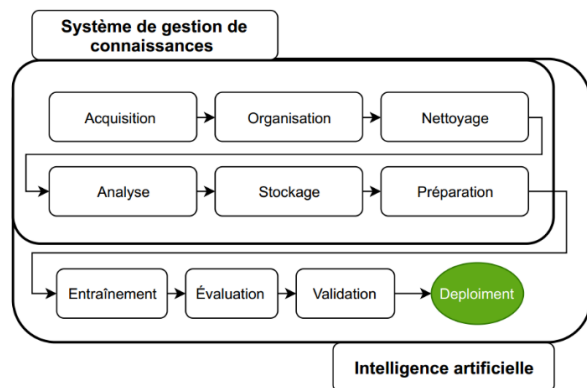


Figure 3. Préparation des données pour des modèles d'intelligence artificielle

Un module d'apprentissage automatique doit être intégré dans le but d'établir des corrélations entre les données. La corrélation permet de faire des prédictions sur une variable en fonction d'une autre. Pour cela, plusieurs algorithmes peuvent être utilisés pour estimer la corrélation pour les données linéaires et non linéaires. Une illustration d'intégration de l'apprentissage automatique dans l'interface web est présentée à la Figure 4.

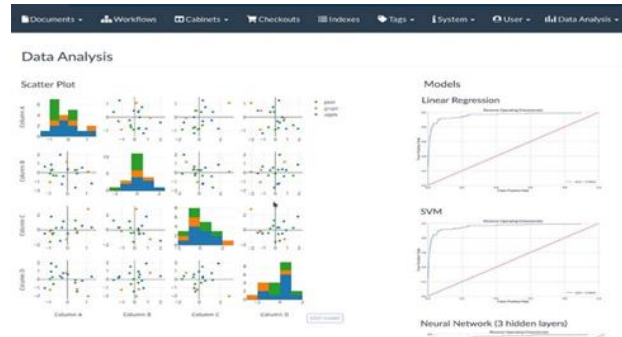


Figure 4. Illustration de l'intégration des algorithmes d'intelligence artificielle dans la plate-forme pour l'analyse des données.

5 CONCLUSION

Les travaux présentés dans l'article s'orientent sur la mise en place d'un système de gestion des connaissances dans le domaine de la géotechnique. Ces systèmes peuvent gérer un volume important de données avec un haut niveau d'efficacité ce qui incite à leur utilisation dans notre cas. De nombreuses fonctionnalités de structuration, d'indexation, de recherche et récupération sont prises en charge par le système.

La plate-forme de système a été conçue pour être accessible via les services Internet afin de permettre aux chercheurs d'utiliser le système et d'effectuer leurs tâches à tout moment et partout. Grâce à la connexion Internet, les utilisateurs peuvent accéder aux serveurs de l'Université de Sherbrooke et utiliser les applications et services fournis par le système. Par conséquent, le système doit être conçu pour être disponible pour les personnes à l'intérieur ou à l'extérieur du laboratoire avec un processus d'accès par mot-clé qui définit le niveau d'autorisation pour chaque utilisateur. Les utilisateurs finaux peuvent mettre à jour les connaissances dans la base de connaissances en ajoutant des détails, des commentaires, des expériences pertinentes et en fournissant des recommandations pour supprimer les connaissances invalides et inutiles, conformément au niveau d'autorisation qui leur a été défini. Bien que les connaissances acquises par les chercheurs soient régulièrement saisies dans des revues, des rapports de recherche, etc., ces connaissances restent généralement dispersées sans que des liens et corrélations nécessaires ne soient établis entre eux. Toutefois, un module d'apprentissage automatique doit être intégré dans l'architecture de la plate-forme afin d'effectuer des liens et corrélations.

En résumé, le système de gestion de connaissances permettra aux chercheurs et praticiens d'avoir accès à une

panoplie de données géotechniques, issues notamment des nombreux essais réalisés dans laboratoire, et ainsi la plate-forme pourra donc agir comme une source de données pour des projets d'intelligence artificielle. Des développements futurs pourront aussi intégrer lesdits modèles d'apprentissage automatique directement dans la plate-forme, ce qui facilitera l'exploitation de ces données.

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Conseil de recherche en sciences et génie du Canada (CRSNG) pour le financement de ce projet.

7 RÉFÉRENCES

- Al-Emran, Mostafa, Vitaliy Mezhyuev, Adzhar Kamaludin, and Khaled Shaalan. 2018. The Impact of Knowledge Management Processes on Information Systems: A Systematic Review. *International Journal of Information Management* 43 : 173–87.
- Alipour, Farhad, Khairuddin Idris, and Roohangiz Karimi. 2011. Knowledge Creation and Transfer: Role of Learning Organization. *International Journal of Business Administration*: 61–67.
- Aamodt, Agnar. (1995). Knowledge Acquisition and Learning by Experience—the Role of case-specific knowledge. *Machine Learning and Knowledge Acquisition – integrated approaches*, Academic Press, London.
- Bukowitz W, and Williams R. (1999). *The Knowledge Management Field book*, Prentice Hall: Financial Times.
- Chen, Min, Shiwen Mao, and Yunhao Liu. 2014. Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications* 19 (2): 171–209.
- D. Chauvel and C. Despres, (2002) A review of survey research in knowledge management: 1997-2001, *Journal of Knowledge Management*, vol. 6, no. 3, pp. 207–223.
- Issa, Raja R.A., and Josef Haddad. 2008. Perceptions of the Impacts of Organizational Culture and Information Technology on Knowledge Sharing in Construction. *Construction Innovation* 8 (3) : 182–201.
- Jarvenpaa, S. and D. Staples. The use of collaborative electronic media for information sharing: an exploratory study of determinants, *Journal of Strategic Information Systems* 2000 (9), pp. 129-154.
- L. Pouru, M. Dufva, and T. Niinisalo, (2019) Creating organisational futures knowledge in Finnish companies, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 140, pp. 84–91.
- Meyer, Marc H., and Michael H. Zack. 1996. The Design and Development of Information Products. *The Journal of Product Innovation Management* 1 (14): 62–63.
- Meyer, M. H. and Zack, M. H. (1999) The design and development of information products, *Sloan Management Review*, Vol. 37.
- Nonaka, I and Takeuchi, H (1995). Theory of the organizational Knowledge Creation. *International Journal of Technology Management*. 11 (7/8).
- P. C. do N. Souto, (2013) Beyond knowledge, towards knowing: The practice-based approach to support knowledge creation, communication, and use for innovation, *RAI Revista de Administração e Inovação*, vol. 10, no. 1, pp. 51–79
- Pouru, Laura, Mikko Dufva, and Tarja Niinisalo. 2019. Creating Organisational Futures Knowledge in Finnish Companies. *Technological Forecasting and Social Change* 140 (March): 84–91.