



Tree of Beads

Rapport final projet final TSI

TSI

Cycle Ingénieur 3ème année - Master 2 Géomatique

Sefiane Kachouani
Jules Pierrat
Nicolas Rouyer
Charles Laverdure

Avril 2022

Table des matières

1	Résumé	2
2	Abstract	3
3	Glossaire	4
4	Introduction	5
5	Contexte du projet	7
5.1	Les acteurs du projet	7
5.2	Pourquoi mettre en place le projet ?	8
5.3	A qui l'outil est-il destiné ?	9
5.4	Etat des lieux des technologies existantes	10
5.5	Enjeux	11
6	Analyse Fonctionnelle	12
6.1	Cas d'utilisation	12
6.2	Diagramme de classe	16
7	Architecture	17
7.1	Tree of Beads Graph DB	17
7.2	Partie de visualisation Tree of Beads	18
7.3	Gestion des utilisateurs Tree of Beads	18
8	Gestion de Projet	19
8.1	Général	19
8.2	Outils	19
8.3	Organisation au jour le jour	20
8.4	Organisation temporelle long terme	20
8.5	Analyse des risques	21
9	Difficultés Rencontrées	23
10	Perspectives d'évolution	24
11	Conclusion	26
11.1	Retour de chaque membre de l'équipe	27
A	ANNEXE 1 - Bead explanation	i
B	ANNEXE 2 - Diagrammes de GANTT	ii

1 Résumé

Le projet **Tree of Beads** est né en 2020 de la collaboration entre le programme Européen **Copernicus** et le centre national d'études spatiales (**CNES**) Français à travers un FPACUP (voir glossaire en page 5). Dans le cadre de ce FPACUP, l'**ENSG** a été mandaté par le CNES pour la réalisation de l'outil Tree of Beads. Ce rapport relate de l'avancée dans la mise en place de Tree of Beads entrepris par un groupe de quatre élèves du **Master TSI de l'ENSG** lors de leur dernière année et durant une période de deux mois.

Tree of Beads est une **plateforme de centralisation de l'apprentissage** permettant la **formalisation et la visualisation d'un parcours de formation en télédétection**. Il a été imaginé comme une **plateforme web interactive** permettant à un utilisateur de monter en compétence dans les domaines de son choix en télédétection. Plus concrètement, il s'agit de représenter pour un utilisateur, une série d'étapes, de nœud (ou beads), qui chacune symbolise et permette l'accès à une formation sur un domaine bien précis de la télédétection.

Le but initial pour le programme Copernicus est la **montée en compétence** des utilisateurs potentiels de ses produits tels que Sentinel afin qu'ils puissent en apprécier l'entière. Dans un second temps, l'outil Tree of Beads étant pensé comme un outil **grand public** et **Open-source**, le but serait que différentes entités liées à la formation ou à l'usage de la télédétection puissent s'en servir comme support dans leur progression.

Ce rapport rentre donc dans les **aspects techniques** de la mise en place de la **base de compétences**, de l'implémentation de la plateforme web mais aussi de l'organisation du travail dans le groupe. D'un point de vue de l'analyse, il concentre les différentes idées émises par le groupe rendant possible la réponse aux problèmes évoqués précédemment de mise à disposition de l'information et d'organisation d'un parcours de formation interactif. Enfin ce rapport a une vocation de témoin et de base en donnant les informations nécessaires aux futurs repreneurs du projet qui auront pour mission de le **mener à son terme**.

Mots-clés : Copernicus, CNES, ENSG, Tree of Beads, Télédétection, Formation, Parcours, Plateforme WEB, Interactif, Grand-public

2 Abstract

The **Tree of Beads** project was born in 2020 from the collaboration between the European **Copernicus** project and the French **CNES** through a FPACUP (see glossary page 5). Inside the frame of this partnership, the **ENSG** has been mandated by the CNES to implement the Tree of Beads solution. This report presents the work progress of a group of 4 students from the **TSI Master** at ENSG that started the analysis and implementation of the bases of Tree of Beads during a period of two months.

Tree of Beads is a **centralized learning platform** that allows the **formalisation and visualisation of a learning path** in **remote sensing**. It was thought as an **interactive web platform** that allows a user to acquire competences in the different domains of remote sensing. More precisely, it's aim is to display a series of **nodes** (beads) with each node representing and giving access to a formation on a specific domain of remote sensing.

The initial aim for the Copernicus program is for potential users of its products like Sentinel to be able to **gain competencies** in remote sensing so that they can use the open-source resources available to their full extent. Furthermore, the Tree of beads tool is thought of as a fully **open-source project**. The ultimate goal is thus for it to become a collaborative tool that different entities of the academic or professional remote sensing sector can rely on for their project and modify to their liking.

This report goes into the technical aspects of the **implementation** of the competencies database, the web platform and also explains the work organisation and repartition inside the group. From an **analysis** standpoint, it is the document where all the ideas for the final implementation of the project are laid down. This refers to all the parts that the group couldn't code into the current product but have already solved and thought of to allow this platform to become the interactive learning tool that it is ultimately aimed to become. Finally, this report is written in the optic that the project **will be continued** by another team that can rely on it as a stepping stone to kick-start their part of the project.

Key words : Copernicus, CNES, ENSG, Tree of Beads, Remote sensing, Learning, Path, WEB platform, Interactive, Node

3 Glossaire

TOB Tree Of Beads

Perle (Beads) Voir Annexe A.1.

BDD Base de données

BOK Book or Body Of Knowledge

Copernicus Copernicus

CNES Centre national d'études spatiales Français

ENSG Ecole nationale des sciences géographiques

TSI Technologies des systèmes d'information, master dispensé à l'ENSG

SIG Système d'information géographique

URL Localisateur Uniforme de Ressource

URI Universal Resource Identifier, a way to uniquely and unambiguously identify a resource

FPACUP Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake

Ontologie Ensemble de concepts et de relations destiné à décrire un domaine. Elle permet de décrire des connaissances et donner du sens à des données.

Compétence Une compétence est un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations. Tardiff (2006)

Référentiel de compétences Son objectif principal est de permettre à l'apprenant d'appréhender (identification et compréhension) une trajectoire de développement de compétences. (une ou plusieurs).

Il se structure autour d'apprentissages essentiels, dits critiques. Ils sont de fait spécifiquement évalués en s'appuyant sur des outils pédagogiques variés. Le référentiel vise à acquérir des capacités d'actions et de réflexions mobilisables dans le cadre professionnel, visé par la formation. L'enseignant peut s'appuyer sur les objectifs pédagogiques associés à chaque compétence pour construire sa formation. Le référentiel peut servir lui de structure pour l'élaboration de programme.

Ce référentiel constitue aussi un langage commun de l'équipe pédagogique, apportant visibilité transversalité et cohérence.

4 Introduction

Tree of Beads est un projet commun à l'ENSG et au CNES présenté par le programme Européen Copernicus avec une portée Européenne. Ce rapport relate de l'avancée d'un groupe de quatre élèves de l'ENSG, Nicolas Rouyer, Jules Pierrat, Sefiane Kachouani et Charles Laverdure qui s'est porté volontaire pour la réalisation de ce projet sous la direction de Marc Poupée dans le cadre du projet de fin d'année TSI. Ce projet a duré environ deux mois entre le 8 mars 2022 et sa présentation le 22 avril 2022. Nous allons revenir dans ce rapport sur le déroulé du projet et la présentation du travail accompli.

Le travail autour du projet Tree of Beads est séparé en deux grandes parties. Une phase d'analyse qui a pris 70% du temps et une phase d'implémentation des idées soulevées dans la phase d'analyse prenant les 30% restant du temps disponible. Ce rapport est donc essentiel à la compréhension du projet car l'outil construit lors de la phase d'implémentation ne reflète pas l'entièreté du travail réalisé par le groupe.

On comprend que le groupe a posé les bases d'un projet qui prendra plus que 2 mois à mettre en place. Encadré par Marc Poupée et sa vision du projet, le groupe a dû partir d'un intitulé initial fourni par le CNES : Formalisation et visualisation d'un parcours de formation en Télédétection. A partir de cet intitulé, le groupe a dû imaginer la façon de mettre en place un outil permettant donc de répondre aux attentes du programme Copernicus et du CNES. Pour se faire, il a fallu analyser en détail le contexte et les objectifs du projet. En effet, sans directives concrètes et détaillées des commanditaires du projet, le groupe a dû constituer la structure d'un outil pouvant répondre à toutes les éventualités afin de satisfaire les demandes potentielles des acteurs du projet.

Plus concrètement et reformulé avec les mots de l'équipe, le projet Tree of Beads pour le groupe consiste à mettre en place une plateforme web qui permet d'accompagner des utilisateurs multiples dans leur montée en compétence en matière de télédétection. Cette plateforme a une portée ludique qui permet à l'utilisateur de suivre sa progression vers des objectifs qu'il a lui-même défini. L'outil doit pouvoir lui fournir un parcours de formation adapté en le faisant passer de concept en concept et en lui donnant les ressources et les liens vers les formations nécessaires à l'acquisition de ces concepts.

L'équipe est partie d'eo4geo, un exemple reconnu et conseillé par le commanditaire CNES, qui est une base de connaissances ou body of knowledge en anglais tourné vers les SIGs. Cela dit, une base de connaissances ne suffit pas pour monter un outil d'accompagnement et de formalisation de parcours de formation. En effet, le fait que l'utilisateur puisse monter en compétence inclut que la base de données Tree of Beads ait un sens de progression. La constitution et l'organisation de la base de données a donc représenté une grosse partie de la phase d'analyse. Dans un second temps d'analyse, il a fallu penser à la visualisation et à l'outil avec lequel l'utilisateur interagit pour pouvoir monter en compétence.

Enfin, une fois la réflexion sur les mises au point de la base de données et de la visualisation, le groupe a utilisé le temps restant pour implémenter au maximum une solution viable et utilisable.

Pour cela il a développé une plateforme web en Angular reliée à une base de données graph Neo4j et une base de données type SQL pour la gestion des utilisateurs.

Ce rapport revient donc dans l'ordre sur le contexte général du projet, l'analyse fonctionnelle et liée à l'architecture de l'outil avant de présenter l'outil suite à son implémentation. Une partie sera aussi dédiée à la gestion de projet afin de faire un retour sur les difficultés rencontrées et l'organisation du travail. Enfin, le projet Tree of Beads étant voué à être repris par une autre équipe dans le futur, une partie de perspective d'évolution conclue ce rapport.

5 Contexte du projet

5.1 Les acteurs du projet

Le programme Copernicus est le principal mandataire de ce projet. Il s'agit du programme Européen d'observation de la terre mandaté par la commission européenne. Ce projet consiste en la mise à disposition en accès libre de données spatiales et aussi au niveau du sol permettant de mieux comprendre et d'analyser notre planète. Ce programme fournit donc une très grande quantité de données liées pour la plupart à la télédétection. S'il n'est pas obligatoire de comprendre complètement les méthodes d'acquisition des données pour les utiliser, la commission Européenne souhaite accompagner la mise à disposition d'outils permettant à chacun de se renseigner en détail sur la façon de les obtenir. La mise en place de ces outils de formation est déléguée à des entités partenaires du programme à travers des Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake (FPACUP). Ces Partnership Agreements permettent de mettre en place des outils annexes qui enrichissent et complètent les services du programme Copernicus.

Une volonté de mise en place d'un outil permettant une centralisation des formations et une meilleure visualisation des possibilités d'apprentissage en télédétection a été émise par le programme Copernicus en 2019. Afin de mener à bien ce projet, un FPACUP avec le centre national d'études spatiales (CNES) a été mis en place en 2020.



FIGURE 1 – Logo du programme FPACUP Copernicus

Le centre national d'études spatiales est une entité publique de recherche spatiale français. Il est composé de centaines de scientifiques qui consacrent leurs travaux au spatial et à sa diffusion. Ce sont eux qui ont monté le partnership agreement avec le programme Copernicus pour le projet Tree of Beads. Son intitulé initial en français est « Formalisation et visualisation d'un parcours de formation en Télédétection » ou en anglais « Creation of a Service for Tailor-made Training in Remote Sensing ». Les bases du projet ont donc été posées par les scientifiques du CNES sous la direction de Frédéric Adragna.

Ces bases sont entre autres :

- L'outil doit être développé en langue anglaise
- Il faut constituer une base de connaissances en télédétection

- Il faut un lien clair et simple entre l'outil et les ressources
- L'outil doit être interactif et engageant
- ...

Le CNES étant le réalisateur du projet, ils ont voulu s'associer à des experts dans le domaine de la télédétection. Ils se sont tournés vers les enseignants chercheurs Marc Poupée et Marie-Dominique Van-Damme qui enseignent à l'ENSG pour leur appui dans la réalisation et la réflexion autour de l'outil.

Le projet relevant entre autres de la mise en place probable d'une plateforme WEB et aussi de l'initialisation d'une base de données, Marc Poupée a contacté Victor Coindet, responsable du cycle TSI au sein de l'ENSG afin de proposer la réalisation du projet à un groupe d'élève réalisant leur projet de fin de Master. Notre groupe de quatre élèves s'est donc porté volontaire pour travailler durant deux mois sur la mise en place des bases de l'outil Tree of Beads avec le but qu'il puisse être repris et enrichi par la suite.



FIGURE 2 – Logos du CNES et de l'ENSG

5.2 Pourquoi mettre en place le projet ?

Comme cité précédemment, le programme Copernicus est un émetteur de données brutes ou traitées. Ces données peuvent être utilisées de manières variées par des contractuels ou par le grand public. Cela dit, le manque de connaissance de fond autour des techniques et de la théorie de la télédétection peut ralentir voire empêcher les utilisateurs d'utiliser les ressources disponibles dans leur entièreté. Le but du projet est de compléter sur mesure une formation initiale en télédétection ou une formation déjà experte et complète.

L'outil Tree of Beads est aussi vu comme un outil de centralisation des formations et des savoirs en télédétection. Il permettra de rassembler sous une même plateforme à terme toute les applications métier de la télédétection. L'avantage certain sera aussi qu'un même outil permettra d'accéder à des concepts des plus experts et pointus mais aussi à ceux les plus basique qui permettent de monter en compétence au fur et à mesure. Dans cette optique de centralisation, même si l'outil n'héberge pas directement les formations à proprement parler, il permet de retrouver l'accès à ces formations

au même endroit pour un apprenant. Il permet d'avoir une vue d'ensemble sur son parcours de formation mais aussi de rentrer dans le détail d'un nœud et d'accéder aux liens vers les ressources correspondantes à une notion.

La dernière nécessité identifiée qui a amené à la proposition de l'outil est d'avoir un outil interactif sous une forme fluide et accessible à tous. Le but est de faciliter au maximum l'accès aux ressources et le suivi de sa montée en compétence pour un utilisateur. La « gamification » qui permet de plus engager l'utilisateur est assumée et est un des objectifs. Dans un monde de plus en plus digitalisé spécialement pour l'enseignement depuis la pandémie de COVID 19 pousse à mettre en place des outils numériques simplifiés et accessibles. Cet aspect n'existe pas pour la télédétection qui s'appuie majoritairement sur de diplômes universitaires spécialisés très spécifiques et pas forcément accessibles aux non-initiés. Tout cela ne doit cependant pas faire oublier que l'outil a une portée très sérieuse dans sa conception et très pointue dans les formations ainsi que les concepts qu'il présente. Le but étant pout des entités très sérieuses de la télédétection déjà établies de s'associer au projet et de proposer des formations via l'outil.

5.3 A qui l'outil est-il destiné ?

La première catégorie de personnes susceptibles de bénéficier de l'outil Tree of Beads sont bien sur les utilisateurs directs de la plateforme. Ces personnes sont les bénéficiaires primaux de l'outil pour lesquels la plateforme a tout d'abord été pensée. Ces personnes peuvent être, comme nous avons commencé à l'évoquer précédemment ; des étudiants, des professionnels, des particuliers, des chercheurs, novices ou confirmés et souhaitant compléter leurs compétences en télédétection.

La deuxième catégorie de bénéficiaires du projet sont les commanditaires du projet. Ici, trois commanditaires que nous avons déjà présentés précédemment : le programme Copernicus, le CNES et l'ENSG. Les effets bénéfiques pour le programme Copernicus ont déjà été évoqués précédemment (montée en compétence des utilisateurs pour une meilleur utilisation de ses produits entre autres). A cela et pour les trois institutions, un aspect de communication/publicité, de contact d'un large public n'est pas négligeable. Enfin, pour l'ENSG, ce projet permet de faire monter en compétence ses étudiant au sein de structures et d'encadrement national et international avec le support d'enseignants chercheurs. La dernière catégorie de personnes bénéficiant du projet seront les partenaires de

la solution. Ces partenaires peuvent être éducatifs, académiques ou professionnels. Ces partenaires peuvent se servir de Tree of Beads comme d'un appui disponible librement ou bien proposer des modifications/ajout directs à la plateforme. Le but ultime de Tree of Beads serait de devenir une plateforme participative ou des entités vérifiées peuvent entretenir la base de données, proposer des données ou des formations. Cela dit, Tree of Beads étant un outil Open-source il faut aussi que des partenaires souhaitant se baser sur la base de données pour construire leur propre projet de leur côté puissent le faire.

Les différents types d'utilisations de l'outils amènent à différents cas de figures dans l'implémen-

tation de Tree of Beads. Ces spécificités pour les utilisateurs au sein de l'implémentation seront évoquées dans l'analyse technique en page

5.4 Etat des lieux des technologies existantes

De nombreuses ontologies de formation et de concept libres existes déjà mais aucune n'est spécialisée en télédétection. Nous pouvons nous appuyer sur ces ontologies pré-existantes afin d'enrichir notre base de connaissance. Une liste non exhaustive des ontologies disponibles librement sur le web comporte : DbPedia, Le problème majeur avec ces données pré-existantes est la diversité d'organisation de la donnée qui diffère d'une entité à l'autre et qui doit donc être adapté pour coller à l'organisation de la base de données Tree of Beads. De même que les ontologies déjà existantes, de

nombreuses ressources ou formations en télédétection existe sur le web ou sein d'institutions déjà établies comme l'ENSG. De ce côté-ci le challenge est de vérifier la crédibilité et la véracité des informations avant de les inclure dans l'outil. Une notion d'apport et de vérification d'un expert apparaît ici.

Comme suggéré par les chercheurs du CNES, une ontologie complète munie d'un outil de visualisation avancé sur les systèmes d'information géographique (SIG) existe déjà. Il s'agit du Body of Knowledge (BOK) de eo4geo. Eo4geo est un projet très lié au programme Copernicus et lancé en 2018. Il est entretenu par une équipe d'expert et a des portées similaires à Tree of Beads en donnant accès à des ressources variées, des outils et permet de rentrer en contact avec des experts des SIG. Cela dit, eo4geo est plus axé comme étant une plateforme de partage de savoir et non de présentation de formations permettant de monter en compétence de façon encadrée.

Eo4geo consiste à rassembler les concepts liés aux SIGs sous une seule plateforme accessible au plus grand nombre au lien suivant : <http://www.eo4geo.eu/> . On comprend vite que la télédétection est une sous partie des connaissances en SIG.

Nous avons choisi de nous appuyer sur la base de données pré-existante de eo4geo afin de construire la base de notre projet. Les spécificités techniques de ce BOK sont abordées dans le chapitre suivant.



FIGURE 3 – Logo eo4geo

5.5 Enjeux

Afin de résumer cette partie de présentation du contexte, nous pouvons faire un rapide rappel des enjeux pour les différents acteurs du projet.

Pour le programme Copernicus, il s'agit majoritairement de la montée en compétence de ses utilisateurs afin que les données produites soient utilisées au mieux. On notera aussi une forte dimension de communication ainsi qu'une volonté d'ouverture vers un plus grand public.

Pour les utilisateurs, Tree of beads doit représenter un outil simple d'utilisation leur permettant d'accéder à des formations et aussi de suivre leur progrès d'une façon formalisée et adaptée à leurs besoins.

Pour les élèves de l'ENSG on peut noter la maîtrise de données de formation, l'implémentation d'une plateforme web et la discussion de mise en place d'une base de connaissances qui permettront de monter en compétences dans ces secteurs. On peut aussi noter une manipulation proche de données de télédétection qui viennent compléter une formation initiale. Enfin, bien évidemment, les élèves ont l'occasion de laisser leur empreinte sur un projet à portée Européenne de long terme.

6 Analyse Fonctionnelle

Après avoir posé les objectifs et les contraintes du projet en ayant reformulé le besoin du commanditaire, nous pouvons attaquer l'analyse fonctionnelle de l'outil. Le but de l'analyse fonctionnelle pour notre projet est de décrire les grandes fonctionnalités de l'outil que nous allons développer. Ces grandes fonctionnalités sont divisées en trois niveaux présentés ci-dessous :

BD : La BD doit être lisible, nous pouvons la voir et comprendre les différentes parties. Elle doit aussi être requêtable, donc nous pouvons obtenir des résultats à l'aide des requêtes. Ensuite, il faut prendre en compte l'aspect de mis à jour qui devra être soit automatique ou bien administré par quelqu'un. De plus, nous pouvons prendre en compte aussi l'aspect d'enrichissement vu que la bd devra être éditable et permettre d'ajouter de nouvelles parties de graphes et de données. Finalement, l'ajout d'une interface d'administration sera utile afin de faciliter pour la personne qui gère cette BDD, de la manipuler sans avoir de compétences avancée en matière de bd graphe.

Visualisation du parcours et de la base : Concernant la partie de visualisation, la solution TOB devra faire apparaître un parcours sur l'ensemble de la BD mais aussi faire apparaître les attributs de cette dernière comme ses différents éléments, changer la granulométrie du graphe selon le niveau et finalement définir une orientation pour le graphe.

Création du profil : Les utilisateurs devront avoir la possibilité de création d'un compte afin de s'identifier et d'accéder à l'apprentissage. TOB devra déterminer le niveau de l'utilisateur par un formulaire ou une méthode de récupération des informations. De plus, elle devra enregistrer le nouveau niveau d'apprentissage des utilisateurs afin de faciliter l'évolution d'apprentissage (persistance dans la progression entre les connexions utilisateur).

6.1 Cas d'utilisation

Après la détermination des principales fonctionnalités de la solution TOB, nous allons expliquer dans cette partie les interactions de ses différents utilisateurs. Nous avons défini 4 utilisateurs qui sont les suivants :

Utilisateur Passif : C'est le visiteur de la solution, il a l'accès à la description du projet, la partie de visualisation et navigation du graphe de compétence. Mais les fonctionnalités de navigation du graphe sont limitées dans l'obtention de l'information et la recherche par mot clefs. Il aura besoin de créer un compte afin de bénéficier des avantages de TOB. La figure suivante représente le diagramme de cas d'utilisation pour cet utilisateur.

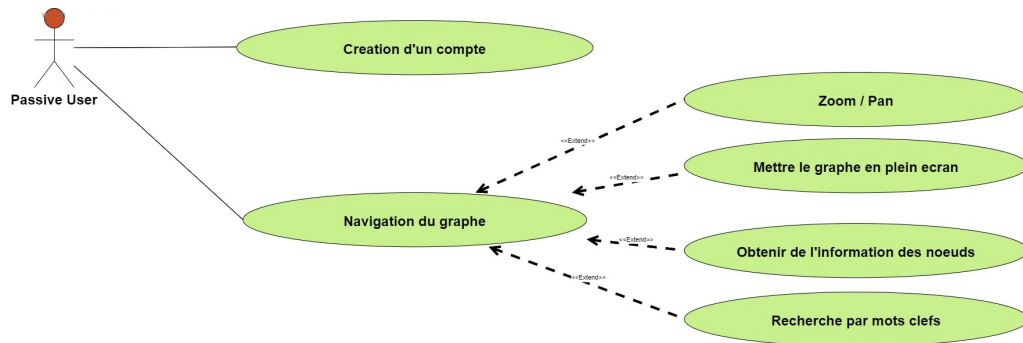


FIGURE 4 – Diagramme de cas d'utilisation pour un Utilisateur Passif

Utilisateur Actif : Cet utilisateur est le client principal de TOB. En plus de la navigation du graphe de compétence, il a l'accès à son parcours de formation complet obtenu après la création de son profil et définition de son objectif pédagogique. La figure suivante représente le diagramme de cas d'utilisation pour cet utilisateur.

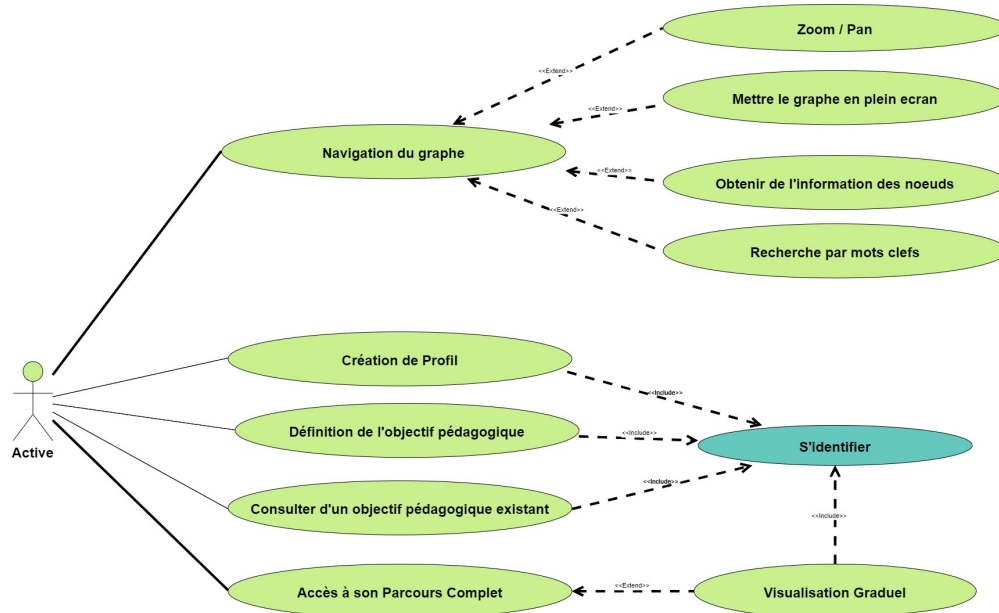


FIGURE 5 – Diagramme de cas d'utilisation pour un Utilisateur Actif

Contributeur : c'est un membre qui est ajouté/validé par l'administrateur de TOB. En plus des fonctionnalités de visualisation du graph, il a la possibilité de suggérer, d'ajouter ou de modifier quelques données de la BDD TOB. Il peut donc ajouter des liens de formations en ajoutant des URLs et des fichiers PDF. Il peut créer des groupes de compétences et des affinités métiers, ainsi que proposer des nouveaux concepts. La figure suivante représente le diagramme de cas d'utilisation du Contributeur.

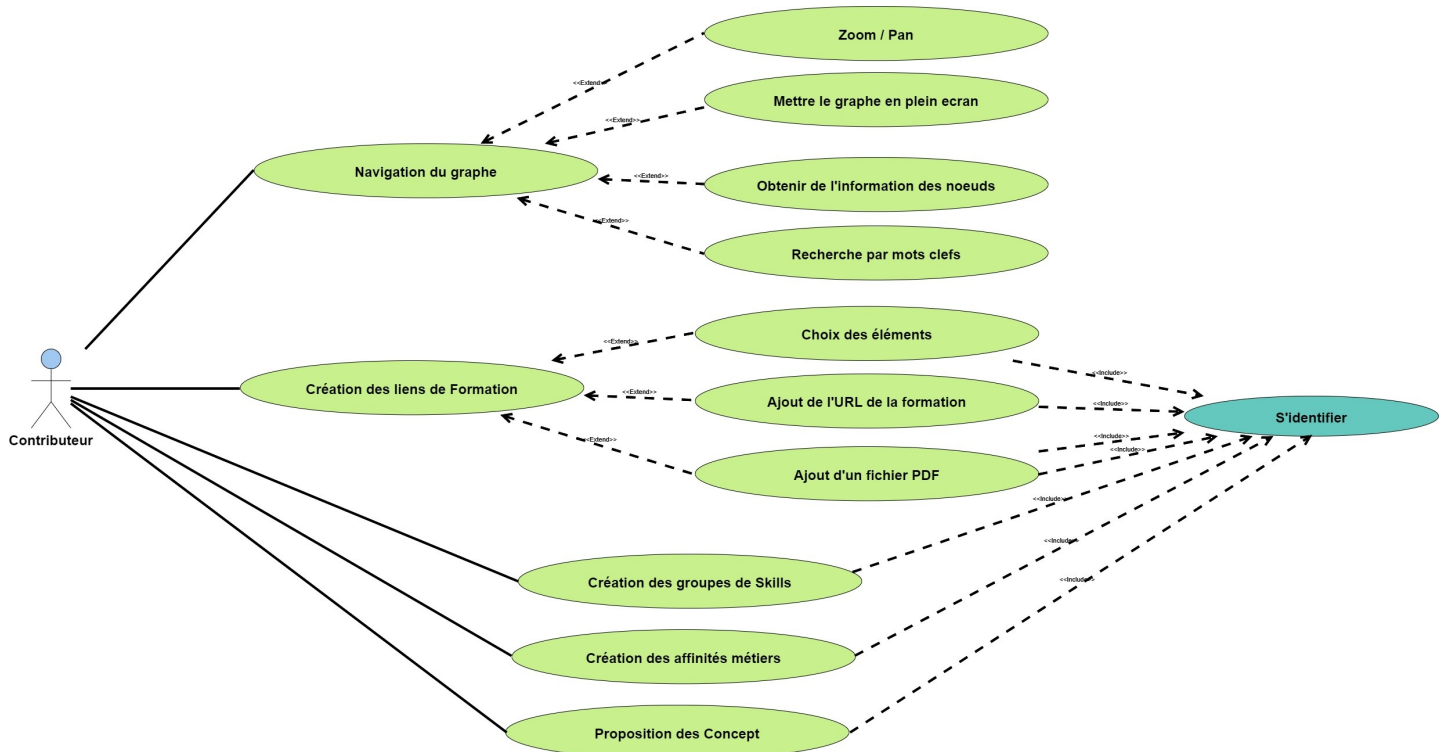


FIGURE 6 – Diagramme de cas d'utilisation pour un Contributeur

Administrateur : c'est la personne qui a l'accès à tout. C'est elle qui valide l'ajout des contributeurs ainsi que leurs propositions de nouveaux concepts. Il valide aussi les enrichissements proposés par les contributeurs comme par exemple l'ajout de liens de formations. De plus, il gère aussi les différents utilisateurs (actif, contributeur). La figure suivante représente le diagramme de cas d'utilisation d'un Administrateur.

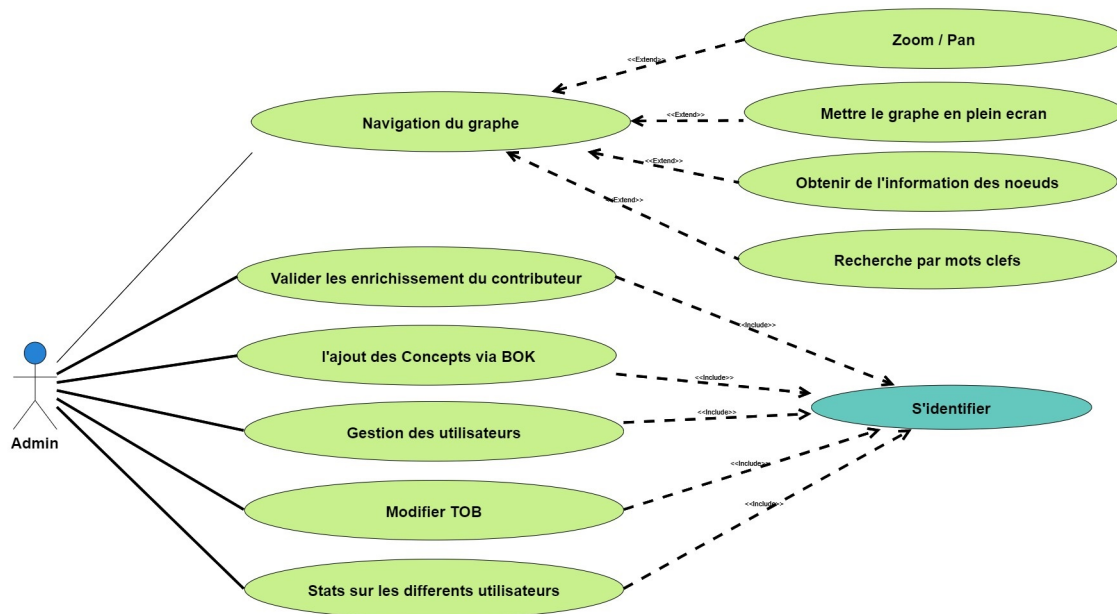


FIGURE 7 – Diagramme de cas d'utilisation pour un Administrateur

6.2 Diagramme de classe

Concernant la base de données de la solution TOB, elle est basée sur celle de BOK de EO4Geo (www.eo4geo.eu). Elle se base sur des <Concepts> qui sont en lien avec des <Contributeurs>, <Référence> et <Skills>. De plus, il existe des liens aussi entre les concepts comme 'sous concept', 'contribue', 'prequeriste' et 'similaire à'. La figure suivante représente le Diagramme de Classe de TOB

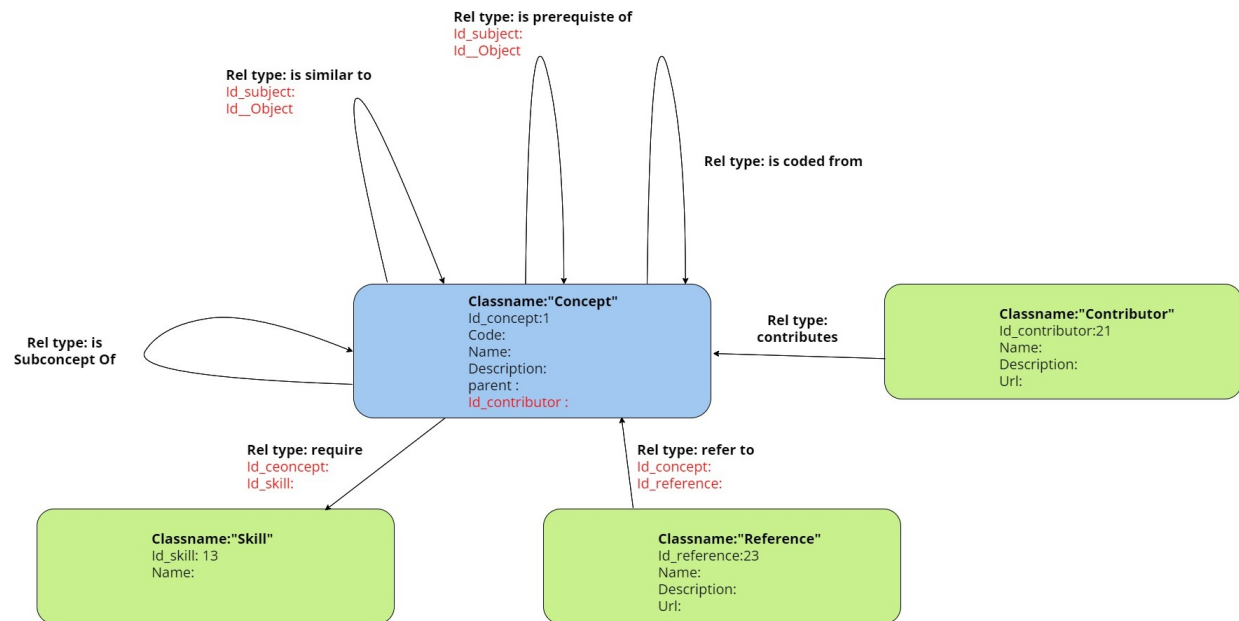


FIGURE 8 – Diagramme de Classe de TOB

7 Architecture

Il a été rapidement décidé de réaliser l'outil Tree of Beads en 3 parties distinctes. Cette division visible dans la figure 9 permet de renforcer la modularité et surtout la sécurité de l'outil. Nous allons présenter dans ce chapitre les trois parties les unes après les autres en commençant par la partie de base de données graph.

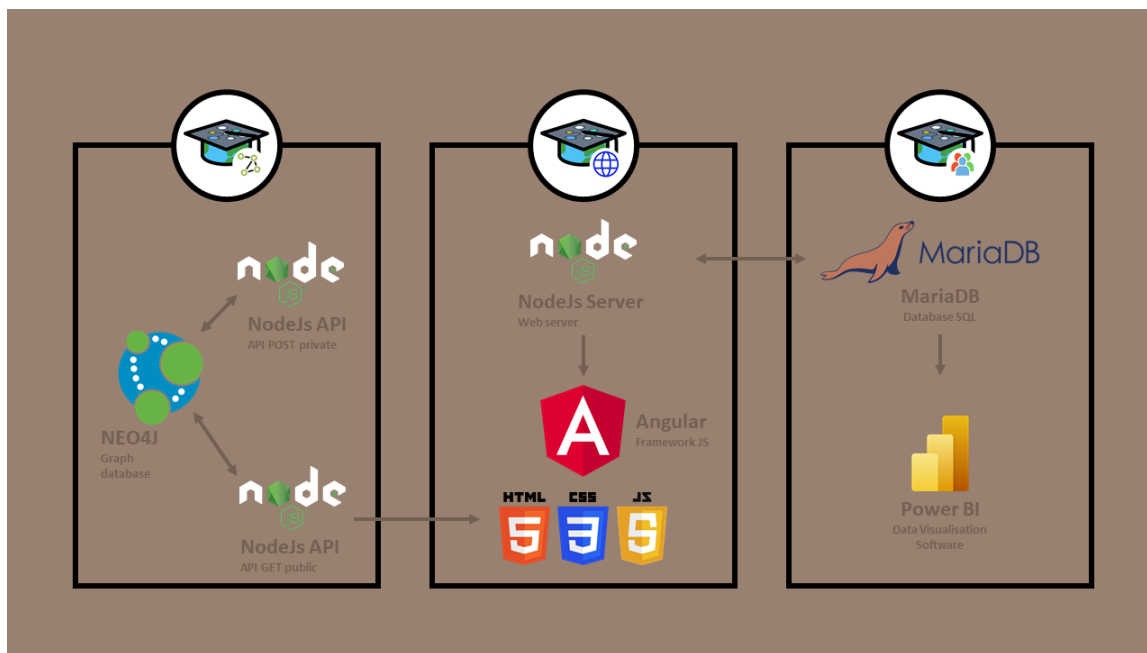


FIGURE 9 – Architecture de TOB

7.1 Tree of Beads Graph DB

Cette partie se compose de trois éléments. Deux serveurs nodejs et une base de données graph Neo4j au centre.

La BDD représente la plus grosse partie de ce projet en partant de sa constitution basée sur le BOK Eo4geo, son but est de contenir toutes les informations relatives au stockage des compétences et autres classes associées.

Afin d'entretenir cette BDD, nous avons choisi de mettre en place deux API pour interagir avec la BD. La première est une API d'upload réservée aux administrateurs de la solution afin de pouvoir avoir toutes interactions imaginables avec la base de données sans passer par un langage

expert cypher qu'utilise les BDD neo4j. Le but est à terme de pouvoir mettre en place une interface utilisateur grâce à cette API.

La deuxième API est réservée aux requêtes de type GET ce qui permet à n'importe qui de récupérer les informations présentes sur la BDD Tree of Beads. C'est aussi cette voie d'entrée qu'utilise la partie de visualisation de l'outil pour récupérer les nœuds de l'arbre Tree of Beads.

7.2 Partie de visualisation Tree of Beads

Cette partie est centrale pour le projet et permet l'interaction avec l'utilisateur. La visualisation se présente sous la forme d'une plateforme WEB utilisant les langages classiques du WEB comme HTML CSS ou javascript. Elle a aussi été implémentée sous le framework Angular afin de proposer un outil que l'utilisateur saura instantanément utiliser car c'est le framework utilisé par tous les grands sites web actuellement. Pour la partie esthétique du site, nous nous sommes appuyés sur le framework CSS Bootstrap. La plateforme WEB interagi avec la BDD Tree of Beads via l'API GET de la partie BDD discutée précédemment.

Sur la figure 9, on voit aussi que la partie plateforme WEB de l'outil comporte une API qui correspond à un serveur nodejs permettant de faire la liaison avec la partie gestion des utilisateurs dont nous allons maintenant vous montrer les spécificités.

7.3 Gestion des utilisateurs Tree of Beads

Cette dernière partie se compose premièrement de la base de données utilisateur. Nous avons choisi une BDD classique en SQL MariaDB pour cette partie afin de stocker les informations des utilisateurs ainsi que leur progression sous forme de tables. Une manière très classique et sécurisée de conserver les données sensibles liés aux utilisateurs. Seul un administrateur a le pouvoir d'interagir avec cette partie de l'outil.

Enfin, même si cette partie n'a pas pu être implémentée dans notre projet, la partie gestion des utilisateurs peut inclure un outil de recueils des statistiques utilisateur à destination des gestionnaires de la plateforme pour se rendre compte des spécificités d'utilisation de l'outil. Des solutions complètes et de très haute qualité sont déjà disponibles sur le marché comme par exemple l'outil PowerBI.

8 Gestion de Projet

8.1 Général

Pour la gestion de projet, le groupe est constitué de quatre personnes. Deux élèves ont suivi la spécialisation TSI-G et les deux autres, TSI-C. Le groupe d'élève TSI-G était plus spécialisé sur l'organisation de la donnée et a donc dirigé la mise en place de l'ontologie et de la base de donnée quand les deux TSI-C, spécialisés en programmation pure ont pris en charge la direction de la phase d'implémentation.

Nous avons eu la chance d'être très accompagnés par Marc Poupée, le commanditaire du projet qui a investi beaucoup de son temps et a fait partie intégrante de l'équipe durant la phase d'analyse et de réflexion autour de la mise en place du projet. Au moment de la phase d'implémentation, Marc était plus en retrait et a repris un rôle de commanditaire plus classique à qui le groupe faisait des rapports d'avancement sur le projet.

Une des consignes imposées par Victor Coindet, responsable du cycle TSI était de travailler en suivant les directives de la méthode agile. Nous avons essayé d'adapter les préceptes de cette méthode à la phase d'analyse mais elle s'est surtout révélée utile dans la phase d'implémentation du code. Pour cela, le groupe s'est organisé en sprints d'une semaine en moyenne.

L'équipe a choisi en début de projet de ne pas se conformer à des rôles stricts comme pourrait l'imposer la méthode SCRUM des méthodes agiles, ainsi, chacun était tour à tour chef de projet, simple développeur ou product owner. La communication avec le commanditaire était aussi partagée et cela a permis une grande fluidité dans l'organisation et l'exécution des tâches.

8.2 Outils

D'un point de vue pratique, le projet a été réalisé dans un mix de présentiel et distanciel de la part des membres de l'équipe et nous avons donc utilisé de préférence des outils adaptés au travail à distance. Pour la communication, la mise en place des réunions et le partage de documents, nous avons utilisé l'outil Microsoft Teams et aussi Facebook Messenger qui permet une meilleure réactivité des membres que les mails. Pour le partage des tâches et afin de mieux comprendre les activités de chacun, nous avons utilisé l'outil Trello de Atlassian que nous avons vu en cours d'année.

Enfin, pour la présentation des résultats intermédiaires et finaux, nous avons utilisé l'outil PowerPoint de Microsoft qui nous a permis de faire passer nos idées de manière graphique et concise. La rédaction du rapport s'est faite en L^AT_EX en utilisant l'outil partagé en ligne Overleaf.

8.3 Organisation au jour le jour

Le déroulé typique d'une semaine de projet Tree of Beads était une grosse réunion en début de semaine afin de définir les objectifs du sprint. Cette réunion était souvent réalisée avec Marc Poupée qui prenait sa part dans les tâches à accomplir dans la semaine et avait un accès au Trello afin de pouvoir lui aussi se définir des tickets. Ensuite, l'équipe réalise dans la mesure du possible une réunion journalière à 9h30 tout les matins. Cette réunion est concise et vise à faire remonter les problèmes rencontrés afin que personne ne soit laissé de côté.

Enfin, le vendredi après-midi, une autre grosse réunion est organisée afin de conclure le sprint, de passer en revue ce que chacun à accomplis afin de dégrossir les tâches restantes.

Il reste à préciser que les semaines sont ponctuées de longues réunions avec Marc Poupée qui interviennent de manière irrégulière afin de travailler en tâche de fond sur la mise en place de l'organisation générale de l'outil et surtout sur la mise en place du format de la base de données.

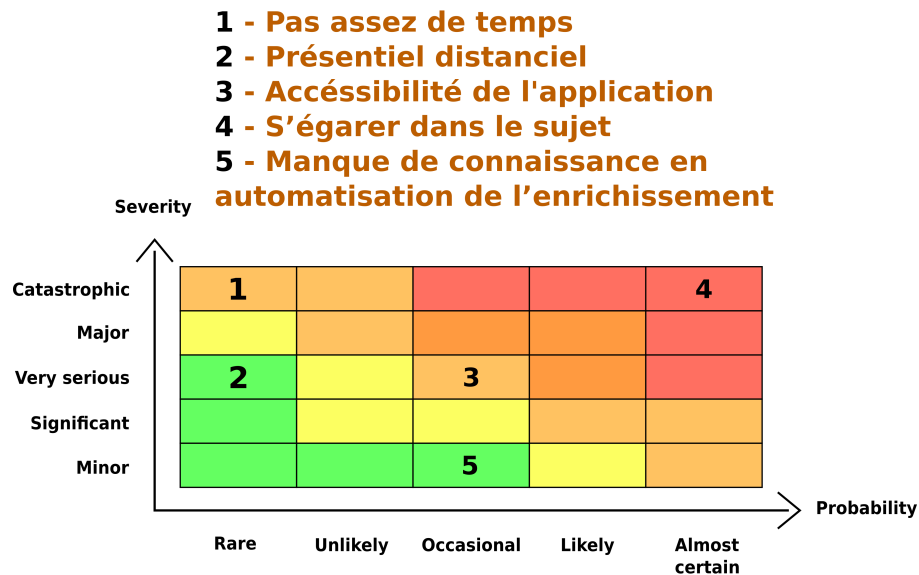
8.4 Organisation temporelle long terme

Comme pour tout projet de long terme, nous avons choisi de mettre en place en début de projet un calendrier prévisionnel des tâches que nous avons pu amender, confirmer ou modifier au cours du projet. Pour cela, nous avons utilisé un diagramme de GANTT dont la version initiale est disponible en annexe B.2. Ce premier calendrier était séparé en deux grosses parties que nous avons identifiées au début du projet ; la mise en place de la base de connaissances et l'implémentation de la visualisation. A cela nous avons rajouté des tâches annexes à réaliser en fonction de notre avancée comme la mise en place d'un questionnaire pour l'utilisateur ou encore l'enrichissement automatique de la base de données.

Ce premier calendrier prévisionnel n'était bien sur pas complètement adapté au déroulé réel du projet et il a donc été changé au fur et à mesure de l'avancée. Un des principaux défauts de ce premier calendrier était la sous-estimation de la phase d'analyse qui s'est révélée très prenante et a fini par prendre 70% du temps du projet. Nous avons donc changé ce diagramme et sa version finale actualisée avec les tâches effectivement effectuées mises à jour est disponible en annexe B.2. à la suite du premier diagramme.

8.5 Analyse des risques

Matrice des risques en début de projet :



Matrice des risques en cours de projet :

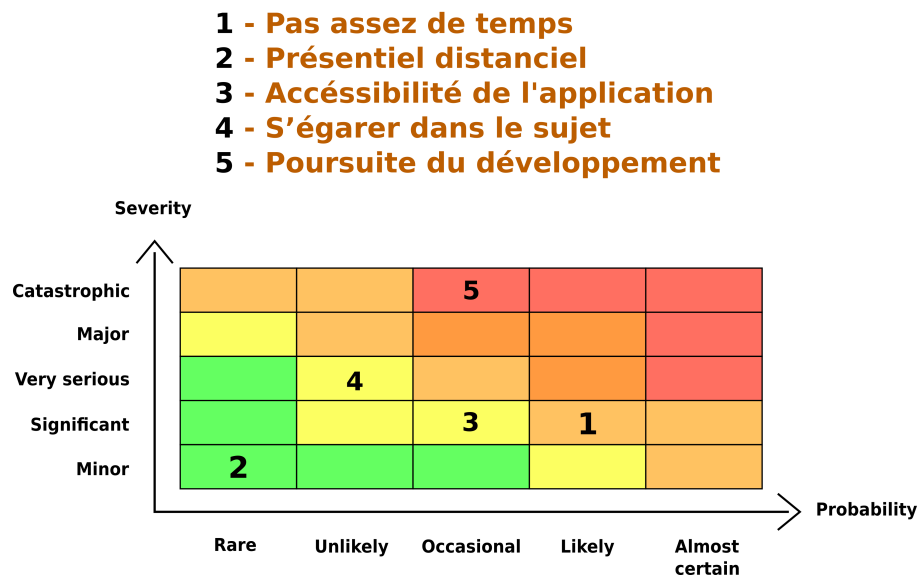


FIGURE 10 – Matrices des risques

Risques identifiés :

- **Pas assez de temps :** Le principal risque du projet est le manque de temps dont nous disposons pour effectuer toute l'analyse ainsi que le développement.

Ce risque s'est bien confirmé et nous avons donc fait des choix sur la ou les fonctionnalités à étudier et développer durant le projet. Cela nous a permis de nous concentrer sur les éléments essentiels tout en mettant à disposition les différentes briques nécessaires à la poursuite du projet.

- **Présentiel / Distanciel :** Le fait que l'équipe soit libre sur sa présence ou non dans la salle de travail au sein de l'ENSG est un risque de perte de cohérence du groupe et d'égarement de certains membres. Pour contrer ce problème nous avons appliqué les méthodes de développement agiles SCRUM apprises durant notre parcours scolaire.

- **Accessibilité de l'application :** L'application a pour objectif d'être utilisée autant par des experts en télédétection dans le but de développer de nouvelle compétence que des novices souhaitant découvrir ce domaine. Le risque est que l'outil soit trop complexe à utiliser et abandonnés par un des principaux potentiel utilisateur. Afin de s'assurer de l'accessibilité nous avons projeté (dans le cas où l'application soit opérationnelle) de faire tester l'outil par des étudiants et personnelles de l'école issue de différents parcours.

- **S'égarer dans le sujet :** Le risque le plus important du projet est que l'on s'éparpille trop sans avoir un objectif clair et réalisable.- Pour minimiser ce risque nous avons bien sûr bien défini les objectifs avec le commanditaire et essayé de définir les fonctionnalités réalisables ou non dans le temps imparti.

- **Manque de connaissances en automatisation de l'enrichissement :** Une des premières fonctionnalités demandées par le commanditaire était d'étudier les possibilités d'automatiser un enrichissement de la base de données BOK. Ce risque à ensuite disparu puisque nous avons établi que cet élément n'était pas une priorité.

- **Poursuite du développement :** Ce risque représente notre capacité à rendre notre projet accessible à une poursuite de développement par une autre équipe. Après avoir réalisé que nous ne serions pas capables de terminer ce projet dans le temps imparti nous avons fait attention à bien documenter toutes les recherches établies afin qu'elle soit accessibles par les futurs développeurs.

9 Difficultés Rencontrées

- **Agilité du projet** : Un temps conséquent a été attribué à l'analyse du projet, suite à cela de nombreuses perspectives s'offraient à nous.

Cette analyse nous a permis de bien cibler les différents besoins mais au bout du compte il a fallu faire un choix sur les possibilités de développement avec le temps restant. Tous ces objectifs réunis demandent un temps de travail plus important que celui dont nous disposions, c'est pourquoi nous avons établi des priorités de développement au fur et à mesure de l'avancée du projet.

Néanmoins les différentes recherches que nous avons effectuées nous ont permis de bien les définir et de proposer différentes pistes de développement pour chacune d'elles (Voir PXX Perspective d'évolution).

Le risque ici était d'avoir beaucoup trop d'agilité durant ce projet, une agilité qui nous auraient fait changer trop souvent de direction et empêché d'effectuer un développement suffisant sur les fonctionnalités choisies.

- **Base de données graph** : La compréhension de ce type de données est différente des bases de données tabulaires relationnelles que nous avons l'habitude d'utiliser, cela demande donc un certain temps d'adaptation pour la maîtriser.

- **Visualisation orientée** : La visualisation de la donnée sous forme d'un arbre de compétence n'est pas une fonctionnalité répandue dans la donnée sous forme de graph. Il est donc nécessaire de manipuler la base de données afin de forcer l'affichage des nœuds dans une direction voulue.

10 Perspectives d'évolution

- **Évolution de la base de données graphe** : Durant ce projet nous avons utilisé la base de données BOK issue de la plateforme EO4 Geo. Cette structure nous a permis de définir et de développer les premières fonctionnalités mais est trop limitée pour l'évolution du projet.

L'ontologie (le modèle de données) de la base graph nécessite d'évoluer dans le but d'intégrer les éléments d'informations liés aux formations (cours, difficultés, temps d'apprentissage....) de chacun des concepts présents dans la base de données.

- **Création d'un profil utilisateur basé sur ses compétences en télédétection** : L'objectif est de donner la possibilité à l'utilisateur de créer un profil de connaissance en télédétection qui correspond à ses capacités actuelles. Cela lui permettra ensuite de cibler et d'étudier les formations des compétences qui lui sont accessibles ou qu'il souhaite approfondir.

Deux approches ont été mises en avant :

La première, est de donner la possibilité au client d'établir lui-même son profil. On peut imaginer un outil de sélection des nœuds où l'utilisateur choisi, directement sur la visualisation du graphe de connaissance, les compétences qu'il maîtrise. Cette méthode permet une création rapide d'un profil mais nécessite quand même une approche experte de la télédétection, un novice dans le domaine risque de ne pas avoir un recul suffisant pour le réaliser.

La seconde consiste à créer un formulaire constituant des questions sur des capacités et compétences liées à la télédétection. À l'image des créations de parcours style "Parcoursup," mettre en œuvre un algorithme de génération / d'identifications de parcours pour la formation à la télédétection.

- **Système de “Path finding” pour l’accès aux formations :** Développement d’un outil d’identification du chemin le plus court entre la ou les compétences connues de l’utilisateur et le parcours de formation qu’il souhaite réaliser. Pour cela il peut prendre en compte différentes informations comme le temps d’apprentissage la difficulté ou tout simplement le nombre de nœuds/compétences à acquérir.

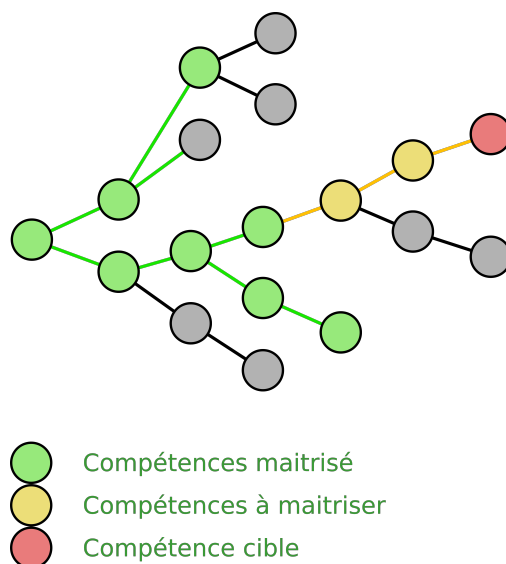


FIGURE 11 – Exemple de chemin entre les noeuds

- **Enrichissement automatique de la base de données et de l’ontologie :**

Nous avons effectué quelques recherches sur la possibilité d’enrichir automatiquement la base de données. L’objectif est de mettre à disposition un outil d’enrichissement d’information sur une base de données existante.

Exemple :

DBPedia permet d’accéder à une version structurée et normalisée du web sémantique des contenus de Wikipédia. Les recherches que nous avons effectuées sur la télédétection sur cette plateforme ont été concluantes. De nombreuses pages liées font référence à la télédétection et ses différentes techniques.

11 Conclusion

Pour conclure ce rapport mais aussi les deux mois de projet de l'équipe, nous pouvons faire ici un rapide bilan des efforts déployés afin de faire de l'initialisation du projet Tree of Beads une réalité. La phase d'analyse a duré plus longtemps qu'initialement imaginé par l'équipe mais cependant, chaque membre a pu se rendre compte de l'importance de cette phase sur un projet de grande échelle et avec une portée académique.

La phase d'analyse du projet avec la mise en place des fonctionnalités de l'application mais surtout l'organisation de la base de données est un succès. Nous pouvons avoir des regrets quant à la phase d'implémentation qui aura été trop courte pour que nous puissions mettre en place un outil compétitif au moins du niveau de celui d'Eo4geo d'un point de vue de la finition et de la complétude.

Ce projet aura donc été majoritairement axé sur la gestion et l'organisation de données dans un vu de présentation éducative. Nous avons pu nous initier aux concepts de BDD graphe et aux challenges que cela apporte dans l'organisation et l'orientation des nœuds.

Au terme de ce projet, nous livrons une analyse complète qui prend en compte le contexte, les contraintes et fait même des propositions originales pour le compte du CNES et de l'ENSG. Nous livrons aussi une ébauche de plateforme web avec les rudiments de la visualosation mis en place sans avoir pu mettre en place toutes les fonctionnalités annexes qui peuvent faire de Tree of Beads un outil ludique et grand public.

Nous encourageons les potentiels repreneurs de ce projet de s'y impliquer car le produit fini aura une portée importante et essentiels pour la centralisation et la compréhensibilité des formations en télédétection. Tous les membres du groupe garderons bien sûr un œil intéressé et bienveillant sur la suite du projet !

11.1 Retour de chaque membre de l'équipe

Charles Laverdure : Ce projet a été pour moi l'occasion de me pencher sur la mise en place complète d'un projet à portée académique. Nous étions souvent habitués à l'ENSG à avoir des instructions claires et précises quant à la réalisation de projets avec une phase d'analyse qui était parfois superflue. Dans le cadre de ce projet, j'ai découvert l'importance de poser les bases et de réaliser une analyse poussée avant toute implémentation. C'était aussi l'occasion de travailler sur l'organisation de la donnée avec l'appui de mes camarades qui ont fait TSI-G et j'ai donc pu beaucoup apprendre de leur expérience. Enfin, un bon rappel sur les notions de télédétection et de voir un aspect « méta » de son enseignement grâce à Marc Poupée était très enrichissant pour la suite.

Jules Pierrat : Ce projet, qui s'apparente à la conclusion de mes trois années d'étude à L'ENSG, a permis de mettre en pratique une grande partie de ce que j'y ai appris. Ma dernière année de spécialisation fut très utile pour mener à bien ce projet. Nous avons pu également pousser plus loin nos connaissances et les tester. En effet, l'aspect qui le fait ce démarquer est que nous ayons démarré avec un projet vide et que pour toutes les questions d'architecture, d'optimisations, de sécurité, nous devions trouver les réponses par nous même. Nous avons également pu mettre en pratique le travail en équipe en conservant les forces de chacun, malgré les profils différents ce qui a permis d'aborder de nombreuses thématiques. Le projet étant un peu ambitieux, nous aurions adoré le mener plus loin. Il nous a permis de progresser et nous ne pouvons que conseiller de le proposer pour d'autres projets à venir.

Nicolas Rouyer : Ce projet m'a permis d'appliquer de nombreuses notions apprises durant cette année comme la gestion de projet, l'analyse et la conception. J'ai bien compris l'importance qu'il est nécessaire d'appliquer au mieux ces éléments qui sont indispensables pour que le projet se déroule correctement. De plus la collaboration entre les deux parcours C G est intéressante, elle permet de partager nos connaissances respectives et de s'améliorer dans les différents domaines.

Sefiane Kachouani : Le projet TOB m'a permis de bien comprendre l'importance de la conception des systèmes d'informations. De plus, j'ai appris qu'il faut bien penser à la gestion du projet, les risques et l'état de l'art surtout dans le cas où l'équipe elle n'a pas de grandes connaissances à-propos du domaine ou les technologies qui seront utilisées. Enfin, j'aimerais bien remercier mes collègues pour leurs investissements dans ce projet, ce qui nous a permis de sortir avec une bonne expérience personnelle et professionnelle.

Table des figures

1	Logo du programme FPACUP Copernicus	7
2	Logos du CNES et de l'ENSG	8
3	Logo eo4geo	10
4	Diagramme de cas d'utilisation pour un Utilisateur Passif	13
5	Diagramme de cas d'utilisation pour un Utilisateur Actif	13
6	Diagramme de cas d'utilisation pour un Contributeur	14
7	Diagramme de cas d'utilisation pour un Administrateur	15
8	Diagramme de Classe de TOB	16
9	Architecture de TOB	17
10	Matrices des risques	21
11	Exemple de chemin entre les noeuds	25

A ANNEXE 1 - Bead explanation

La définition d'une perle.

Qu'est ce qu'une perle ?

Un élément de réflexivité

Ces perles sont constitutives d'une unité plus large, la Compétence. Il s'agit d' « un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations »
cf. Tardiff

Un apprentissage incontournable

Élément d'apprentissage, spécifique au champ de la matière enseignée et essentiel à la compréhension des éléments plus complexes de cet apprentissage

Des Prérequis

Éléments d'apprentissage, non spécifique au champ de la matière enseignée mais essentiels à la compréhension de celle-ci. Ils intègrent souvent des savoirs théoriques.
ex : un concept mathématique

10

B ANNEXE 2 - Diagrammes de GANTT

Diagramme de GANTT pour le début du projet

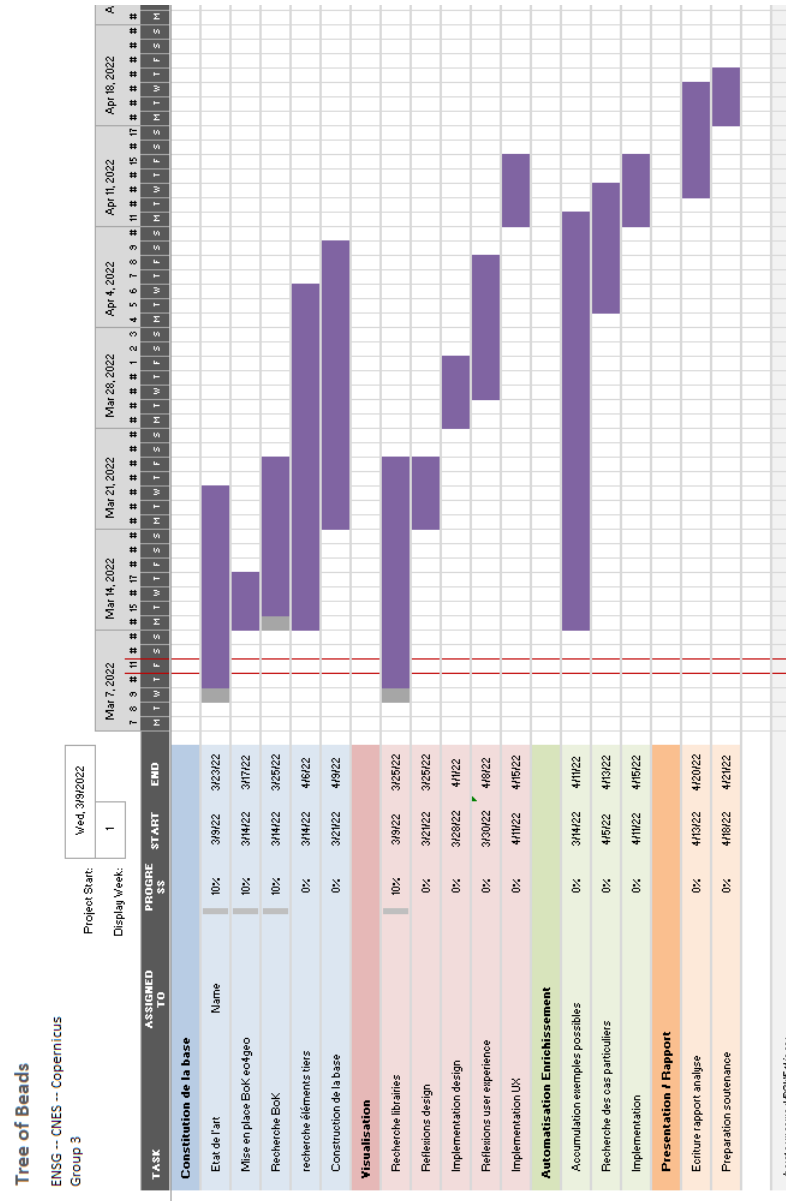


Diagramme de GANTT pour la fin du projet

