

Rapport de Stage Assistant Ingénieur

« Crédation d'une application de jeu dans les graphes pour la médiation scientifique »

BELKHITER Yannis

Stagiaire assistant ingénieur à l'INRIA Sophia Antipolis au sein du laboratoire de recherche COATI

Du 27 Juin 2022 au 12 Août 2022

Etudiant ingénieur généraliste en 1ère année à l'IMT Mines Alès, promotion 172

Tuteur de Stage : Mr. Nicolas Nisse

Chargé de Recherche, HdR au sein de l'équipe-projet COATI de l'INRIA Sophia Antipolis Méditerranée



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

« Crédation d'une application de jeu
dans les graphes pour la médiation
scientifique »

Remerciements

Tout d'abord, j'adresse mes sincères remerciements à mon tuteur de stage, **Nicolas NISSE**, Chargé de Recherche, HdR au sein de l'équipe-projet COATI de l'INRIA Sophia Antipolis Méditerranée. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée tout au long de mon stage. Merci pour votre honnêteté et vos précieux conseils qui n'ont cessé de me faire progresser. Merci pour votre soutien quotidien pour répondre à mes innombrables questions, merci de m'avoir épaulé et formé tout au long de ce stage. Merci pour cette 1ère véritable expérience professionnelle qui m'a rassuré dans la façon d'exercer un métier au sein d'un laboratoire de recherche.

J'adresse également mes plus sincères remerciements à Grégory Hoareau, stagiaire en M2 à l'Inria et ayant réalisé son stage de fin d'études à Terra Numerica avec un sujet de stage similaire au miens. Il a pu prendre beaucoup de temps pour m'expliquer des spécificités techniques propres au développement de l'application (pour la prise en main du framework Angular, et pour m'expliquer son code). Sans son aide précieuse, je n'aurais pas avancé sur le projet si rapidement, et je n'aurais pas intégré autant de notions en développement web.

Je souhaite également remercier, **Dorian MAZURIC**, Chargé de recherche au centre Inria d'Université Côte d'Azur au sein de l'équipe-projet Algorithmes et Biologie Structurale (ABS). Merci pour la confiance que vous m'avez accordée. Merci pour cette opportunité très précieuse à mes yeux, qui m'a permis de découvrir le cadre professionnel et les différentes aptitudes d'un chercheur en tant que leader, et vulgarisateur, sachant s'adapter au public qu'il a en face de soit.

Un grand merci à **David COUDERT** (chef de projet de l'équipe COATI), pour m'avoir chaleureusement accueilli dès les premiers jours de mon stage, en m'intégrant tout de suite au sein de l'équipe COATI. Je tiens également à remercier **Joanna MOULIERAC** qui m'a très bien accueilli dans son bureau avec Nicolas Nisse, et qui a toujours su me mettre à l'aise au sein de l'espace de travail de l'INRIA.

Merci à **Michel SYSKA** pour m'avoir fait découvrir les fonctionnalités du réseau intranet de l'INRIA, et pour m'avoir fait avancé sur le déploiement du site web.

Je tiens particulièrement à remercier l'ensemble des autres membres de l'équipe COATI que j'ai pu rencontrer : **Frédéric GIROIRE**, **Frédéric HAVET**, **Małgorzata SULKOWSKA** (Post-Doctorante).

Je tiens à remercier **Patricia RIVIELL**, Assistante. Merci pour les informations que vous avez partagées, merci pour votre accompagnement au quotidien, pour vos conseils, votre aide et vos encouragements. Je remercie toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation ainsi qu'au succès de mon stage, pour leur accueil et leur disponibilité.

Merci à l'équipe des Ressources Humaines, et particulièrement **Lionel TAVANTI**.

Merci aux Doctorants de l'équipe COATI que j'ai pu rencontrer (Redha Alliche, Francesco D'Amore, Aurora, Guillaume) de m'avoir permis de mieux découvrir et appréhender ce choix, cette opportunité de carrière.

Enfin j'adresse mes remerciements à l'équipe pédagogique et administrative de l'IMT Mines Alès. Merci pour toutes ces notions et expériences acquises au cours de cette première année. Merci de m'avoir permis de suivre mon projet professionnel et de m'avoir doté des outils nécessaires pour le rendre possible.

Table des Matières

Remerciements	2
Introduction	4
Partie I : L'histoire de l'INRIA	5
1. Le CNRS et sa mission	5
2. L'I3S	6
3. L'INRIA	6
a. Les Objectifs	6
b. L'Organisation	7
c. Les chiffres clefs	7
4. L'équipe COATI	8
Partie II : Le stage, une première immersion en entreprise	9
1. Ma Mission au sein de COATI	9
a. La médiation scientifique à COATI	9
b. Un jeu de médiation scientifique	10
c. Un des problèmes de recherche de COATI : le Prefetching	11
d. La modélisation	12
2. Les contraintes et exigences techniques	12
3. Description du travail proposé	13
a. Présentation du jeu : Le jeu du Surfeur	13
b. Description de l'interface	13
c. Présentation des stratégies	15
4. Le déroulement du projet et implémentation	16
a. L'organisation	16
b. La communication & le mode de fonctionnement	17
c. Les résultats et la suite du projet	18
Partie III : Mon expérience et mes apprentissages sur le monde professionnel	19
1. L'accueil	19
2. Le fonctionnement de COATI	19
3. Ma découverte de Terra Numérica	20
4. Mon retour sur expérience	21
a. La résilience face à la difficulté.....	21
b. Mon choix de stage	21
c. Et si c'était à refaire ?	21
Partie IV : Ma Conclusion	22
1. Bibliographie	23
2. Glossaire	25
3. Annexes	26
4. Synthèse	47
5. Abstract	47

Introduction

Après avoir contacté Monsieur Nicolas NISSE, Monsieur Dorian MAZAURIC, et le responsable des ressources humaines Lionel TAVANTI, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage d'une durée de 7 semaines au sein de l'INRIA, au centre de recherche de Sophia Antipolis Méditerranée. Il s'agit d'une **première immersion** dans la réalité du monde de l'entreprise qui m'a permis de **découvrir** le monde du **travail** et de la **recherche**.

L'Inria est une référence en matière de recherche fondamentales et appliquées publant des milliers d'articles scientifiques dans le domaine de l'informatique et de l'automatique. Une de leurs missions principale est aussi la vulgarisation scientifique, pour rendre accessible leurs recherches au plus grand nombre. C'est l'objectif de TERRA NUMERICA, association de vulgarisation scientifique animant des ateliers pour aussi bien pour les élèves de primaires lors de sorties scolaires que pour les adultes lors de la fête de la science.

J'ai déjà eu la chance de Juillet à Août 2021 de réaliser un **stage ouvrier** au sein d'une plage privé à Antibes (Alpes-Maritimes). Cette expérience, fût une expérience très enrichissante pour moi, me donnant accès à une première expérience professionnelle et immersion entrepreneuriale. Ce stage m'a permis plusieurs choses :

- ⇒ de **découvrir un domaine** d'activité : celui du tourisme et du service à la personne.
- ⇒ **d'observer** et **d'appliquer** les notions et compétences acquises tout au long de mon cursus lors des cours de « Management » et de « Développement Inter-Personnel » sur des cas concrets et donc de progresser en apprenant de nouvelles compétences sur le terrain.
- ⇒ **d'apprehender** de nouveaux champs de compétences essentiels au métier d'ingénieur : le savoir être et le savoir-faire en entreprise, le management d'une équipe ainsi que la gestion de nouvelles relations.

C'est alors dans ce contexte que j'ai choisi de réaliser un stage plus long, d'assistant ingénieur pour me confronter au milieu de la recherche et du développement de solutions en menant un projet en autonomie tout en étant encadré par des experts du domaine informatique. C'est dans un esprit de partage des recherches au grand public et de vulgarisation scientifique que j'ai pu intégrer l'équipe COATI durant ces semaines de stage. L'objectif de mon stage fût ainsi pleinement inscrit dans la dynamique du laboratoire de recherche.

Au cours de mes années de CPGE, j'ai suivi des cours d'informatique fondamentale. Nicolas Nisse m'a enseigné des cours de théorie des Graphes. Souhaitant découvrir le milieu de la recherche, j'ai repris contact avec lui, et il m'a proposé le sujet suivant pour mon stage :

« La création d'une application de jeu dans les graphes pour la médiation scientifique »

En 2014, Nicolas Nisse et l'équipe COATI ont publié un article apportant des résultats sur le problème des préchargements de données (pour les navigateurs web par exemple). La vulgarisation scientifique est une mission commune à l'INRIA et Terra Numerica. Mon stage s'inscrit donc pleinement dans l'accomplissement de cet objectif de médiation scientifique.

Dans un premier temps nous présenterons l'INRIA ainsi que l'équipe de recherche COATI, puis nous analyserons les acteurs et leurs activités. Ensuite, je décrirais la mission qui m'a été confiée, je présenterai les difficultés auxquelles j'ai pu faire face, et les stratégies que j'ai adoptées pour franchir ces obstacles. Pour finir j'analyserai quels ont été mes apprentissages à travers divers tâches que j'ai pu mener et dans quelle mesure ce stage me permettra de développer des compétences d'ingénieur.

Partie I : Présentation de l'INRIA et de l'équipe COATI

Mon stage s'est tenu au sein de l'équipe COATI de l'Inria. C'est une équipe regroupant des chercheurs et enseignants-chercheurs de deux instituts et d'un laboratoire de recherche différents : l'INRIA, le CNRS, et l'I3S. La mixité d'origine des chercheurs apporte de la diversité, et des convergences d'opinions aux activités de recherches.

Dans les parties qui vont suivre, nous allons présenter ces deux instituts de recherche et le laboratoire I3S

1. Le CNRS et sa mission

Le Centre National de Recherche Scientifique est un **organisme public** de recherche pluridisciplinaire placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Fondé en 1939 de la fusion entre **une agence de moyens** (la Caisse nationale de la recherche scientifique) et **une grande institution de laboratoires et de chercheurs** (le Centre national de la recherche scientifique appliquée), le CNRS compte **dix domaines de recherches**, allant des sciences mathématiques ou physiques jusqu'aux sciences sociales et biologiques.

Le CNRS possède un budget annuel de près de 3.8 milliards d'euros, plus de 1100 laboratoires de recherche en France et à l'étranger, et plus de 32 000 collaborateurs.

L'Etat missionne le CNRS de 5 missions principales :

1

Faire de la Recherche :

C'est le but principale du CNRS, faire avancer la science, et présenter des recherches ayant un intérêt pour le progrès du pays.

2

Valoriser les résultats :

Intégrer les résultats de recherches au sein de l'industrie pour avoir un retour sur investissement.

3

Partager les connaissances :

Ouvrir et faciliter l'accès aux travaux de recherches à différents publics (communauté scientifique, médias, grand public).

4

Former par la recherche :

La transmission des connaissances est fondamentale pour faire avancer la recherche. Le CNRS accueille et accompagne chaque année des étudiants, doctorants et post-doctorants.

5

Contribuer à la politique scientifique :

Participation à la stratégie de recherche avec ses partenaires industriels et des sites universitaires.

C'est dans l'accomplissement de ses missions que le CNRS motive ses secteurs d'activités. Dans le cadre de ses actions de formation, le CNRS finance la venue de stagiaires. Cela a été le cas pour moi. J'ai été stagiaire à l'INRIA, mais sous le statut CNRS puisque c'est le CNRS qui m'a gratifié.

Le CNRS est donc un centre de recherche généraliste, qui est impliqué dans beaucoup de domaines scientifiques, et enjeux de la société.

2. L'I3S

Les activités du CNRS en informatique et en automatique sont aussi étroitement liées avec celles de l'INRIA. En effet, les équipes de recherches en informatique de Sophia-Antipolis sont composées de membres du CNRS, de l'INRIA, et de I3S (Université Nice Côte d'Azur). Le laboratoire I3S est un des plus importants laboratoires de recherche en sciences de l'information et de la communication de la Côte d'Azur et a été un des premiers à s'installer sur la technopole de Sophia Antipolis. Il rassemble un peu moins de 300 personnes. Le CNRS et l'Université Côte d'Azur lui fournit des moyens humains et financiers pour faire avancer les travaux de recherche conjointement.

3. L'INRIA

L'Inria (ancien sigle **I**nstitut **N**ational de **R**echerche en **I**nformatique et en **A**utomatique) est un établissement public à caractère scientifique et technologique sous la double tutelle du Ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, et du Ministère de l'Economie et de la Finance.

Sa mission est la valorisation en sciences et techniques de l'information et de la communication, au niveau national comme au plan international. L'INRIA pilote également la stratégie nationale française en terme de recherche en intelligence artificielle.

À l'origine, le plan Calcul découle de l'Affaire Bull : **General Electric** prend le contrôle, en 1964, de la firme française **Bull** affaiblie face à la domination d'IBM sur le marché informatique. Bull est alors le seul constructeur français d'ordinateurs. Ne souhaitant pas laisser l'informatique en des mains entièrement américaines, les ministres des Finances Michel Debré et des Armées Pierre Messmer proposent en janvier 1966 le développement d'une **industrie informatique en France**, ce qui entraînera la création de l'**IRIA** (qui deviendra INRIA plus tard). Ses objectifs étaient de développer une industrie informatique nationale et d'en faire un élément d'une future industrie informatique européenne.

a. Les Objectifs

Structurée autour du modèle de l'équipe-projet, la mission de l'INRIA est d'accélérer, par la recherche et l'innovation dans le numérique, la construction et la promotion d'une souveraineté numérique nationale et européenne.

L'INRIA possède plusieurs objectifs :

1

Maintenir l'excellence scientifique :

À travers l'interdisciplinarité et les partenariats industriels, promouvant le développement de technologies qui sont souvent au cœur de l'activité scientifique, accompagnant les démarches entrepreneuriales.



Figure 1 : L'INRIA met au point des robots chirurgicaux



Figure 2 : L'innovation, la raison d'être de l'INRIA

2

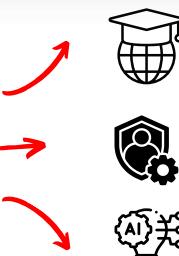
Être un accélérateur d'innovation :

Diffusion au niveau mondial de logiciels open source, développement technologique au cœur de l'activité scientifique, capacité d'élaborer un dialogue stratégique avec les grands acteurs de l'industrie

3

S'engager au service des politiques publiques nationales :

Inria s'engage ainsi à la mise en œuvre des politiques publiques à très fort enjeu pour répondre aux défis de la transformation numérique pour participer à la construction raisonnée d'une société de l'innovation et de la confiance



Mission Éducation numérique

L'Inria a fait de ce domaine l'un de ses principaux enjeux de recherche et d'innovation depuis plusieurs années

Mission Sécurité-Défense

S'inscrire dans le développement d'un écosystème français pour la sécurité numérique

Mission IA

S'inscrire dans le programme national de recherche en Intelligence Artificielle

b. L'organisation

L'ADN de l'INRIA Sophia-Antipolis Méditerranée réside dans le travail en équipes projets. Ces équipes sont constituées de 4 à 12 chercheurs de l'Inria, ou des 2 autres structures (CNRS, ou I3S-UCA).



Figure 3 : Les principales structures partenaires

Sur l'ensemble du territoire français, on compte plus de 200 équipes projets, dont 35 sur le site de Sophia Antipolis. Ces équipes se forment pour des projets d'une durée de 4 années, renouvelables 2 fois au maximum.

Certaines de ces activités de recherche sont également réalisées en collaboration avec des industriels. Le Ministère de l'Industrie possède aussi la tutelle de l'INRIA. L'institut est d'ailleurs un foyer propice à la création de start-ups : Plus de 160 entreprises ont été créées depuis l'INRIA, dont une trentaine à Sophia-Antipolis. Des Start-ups maintenant devenues PME comme inHeart ou encore ActiveEon ont par exemple émergé de l'INRIA Start-Up Studio Sophia Antipolis Méditerranée.

c. Les chiffres clés

L'INRIA est le plus grand institut de recherche public en France dans le domaine de l'informatique. Il compte plus de 3900 scientifiques, répartis dans plus de 200 équipes projets sur 9 laboratoires en France, et constitué de chercheurs d'autres instituts (enseignant-chercheurs d'universités, ou CNRS par exemple).

3 900	200	200	9
scientifiques	équipes-projets dont 80% communes avec nos partenaires	startups depuis 1984	centres de recherche au cœur des grandes universités de recherche

Figure 4 : L'INRIA en quelques chiffres



Figure 5 : Répartition des centres INRIA en France

L'INRIA c'est aussi plus de 236 millions d'euros de budget pour financer la recherche, près de 1490 doctorants apportant une grande expertise de recherche aux équipes de recherche pendant plus de 3 années, et plus d'une soixantaine de bourses européennes ERC financant des projets de ruptures à la pointe de l'innovation.

4. L'équipe COATI

Je fût accueilli pendant ma période de stage au sein de l'équipe COATI.

L'équipe COATI (Combinatoire, Optimisation et Algorithmes pour les Télécommunications) est une équipe-projet

commune entre le centre Inria d'Université Côte d'Azur et le laboratoire I3S (lui-même commun au CNRS et de l'Université Côte d'Azur (UCA)). Au sein de l'I3S, COATI appartient au pôle COMRED, et au sein de l'INRIA au domaine « Réseaux et Télécommunications ».

Les principaux objectifs de l'équipe-projet Coati sont de concevoir des réseaux et des algorithmes de communication. Afin d'atteindre ces objectifs, l'équipe étudie divers problèmes théoriques en mathématiques discrètes, en théorie des graphes, en algorithmique et en recherche opérationnelle et développe des techniques et des outils appliqués, notamment pour l'optimisation combinatoire et la simulation informatique.

COATI succède à l'équipe-projet MASCOTTE (2000-2012).



Figure 6 : Le Coati, symbole de l'équipe

Domaines de recherche :

- Algorithmes, mathématiques discrètes et optimisation combinatoire
- Théorie des graphes et des digraphes
- Conception et exploitation du réseau (5G, IoT, WDM optique, MPLS, LTE, etc.)

Collaboration avec les industriels :

- Orange labs, Easybroadcast
- Instant-System, Benomad
- MillionRoads

Voici l'organigramme de l'équipe COATI (14 membres permanents) :

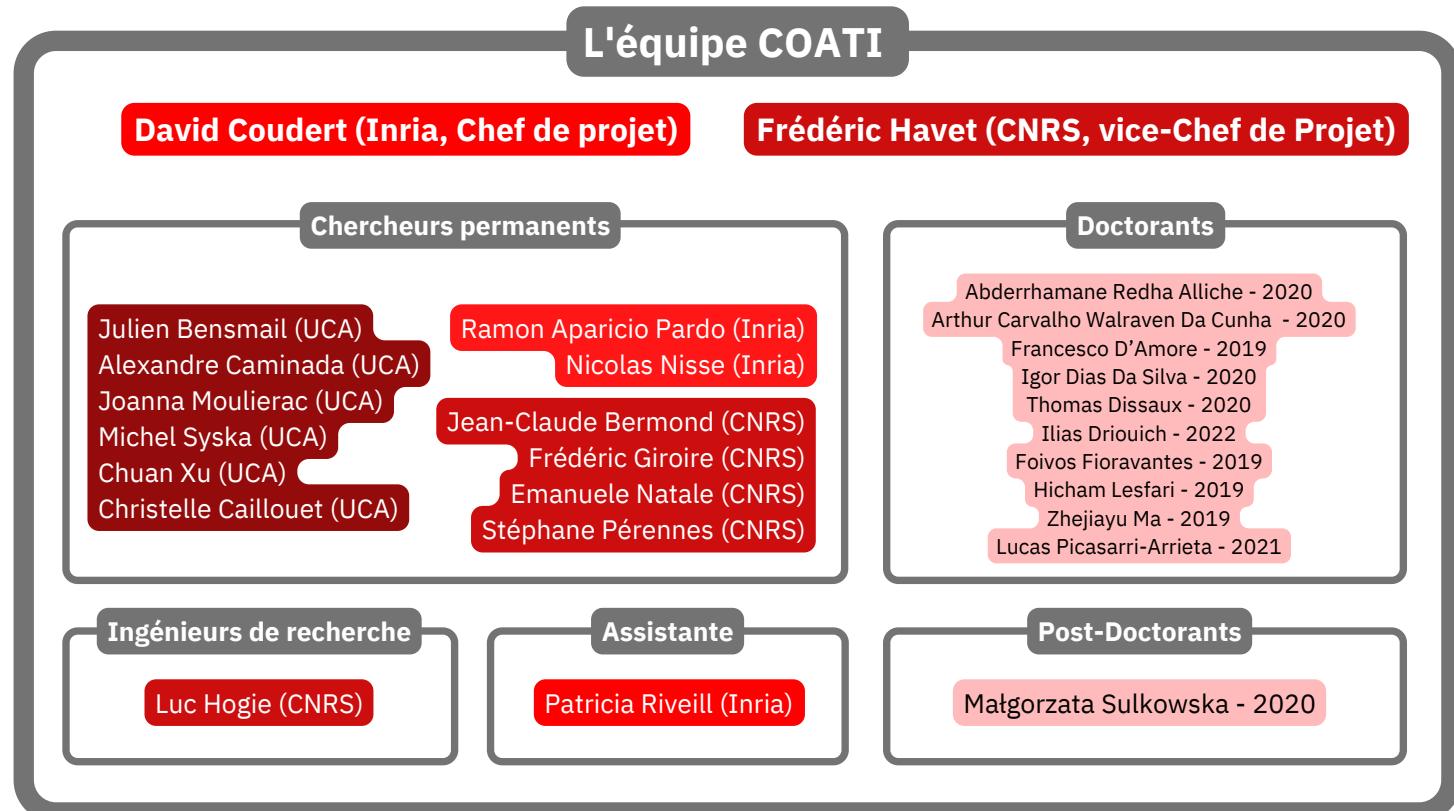


Figure 7 : Organigramme de l'équipe COATI

Partie II : Le Stage, une première expérience professionnelle

1. Ma mission au sein de COATI

a. La médiation scientifique à COATI

A mon arrivée au sein de COATI, j'ai pu comprendre au fil de discussions avec des chercheurs et doctorants les enjeux de la recherche. COATI rédige des articles scientifiques à destination de journaux spécialisés, et présente ses travaux de recherche lors de conférences dans le monde entier. Au sein de la première partie, nous avons vu que l'équipe de recherche a plusieurs missions communes aux laboratoires dont elle dépend. La principale est l'innovation, qui passe par la publication d'articles scientifiques théoriques, son domaine d'activité majeur. Mais une autre mission très importante est la portée éducative des résultats de recherche.

En réfléchissant à comment réaliser du mieux possible ses engagements de médiation scientifique, l'ensemble des laboratoires de recherche en science du numérique a alors lancé un projet commun en 2019 de vulgarisation scientifique : TERRA NUMERICA.

Terra Numerica est un projet moteur de la diffusion de la culture des sciences du numérique au sein des Alpes-Maritimes et du Var. Il émane du CNRS, Inria et Université Côte d'Azur et regroupe l'Éducation Nationale et de acteurs territoriaux. Terra Numerica est porté par un ensemble de membres aux compétences diverses et complémentaires.



Figure 8 : Établissements de recherche et d'enseignement supérieur porteurs de Terra Numerica

Figure 9 : Médiation scientifique académique



Figure 10 : Education Nationale

Figure 11 : Collectivités



Figure 12 : Laboratoires de recherche et partenaires recherche et enseignement supérieur

Objectifs de Terra Numerica :

Le but de Terra Numerica est d'accroître le capital de compétences numériques de tous les citoyens, incluant un auditoire très diversifié allant des enfants aux adultes. Il se doit de répondre au besoin urgent de compréhension et d'appropriation des sciences du numérique par la société, et de la sensibiliser et la responsabiliser aux forts enjeux sociaux.

Terra Numerica développe un dispositif original, attractif et unique de diffusion, de partage, de rencontre, de convivialité entre les acteurs du numérique : chercheurs, enseignants-chercheurs, enseignants, associatifs, industriels, élèves, grand public et citoyens. Il comprend un lieu emblématique (TerraNumerica@Sophia, rampe de lancement vers une Cité du Numérique) et différents Espaces Partenaires sur tout le territoire.

Des actions à la rencontre du grand public :

TERRA NUMERICA agit de plusieurs façon sur le territoire. Fraîchement inauguré le 11 Juin 2022, le nouveau bâtiment de TERRA NUMERICA accueille des classes du primaire au collège pour faire découvrir la science des mathématiques et de l'informatique aux plus jeunes par le biais d'ateliers de vulgarisation scientifique. Terra Numérica anime également des conférences, et est aussi présente lors de rassemblements comme la fête de la science.



Figure 13 : Ateliers de vulgarisation scientifique



Figure 14 : Inauguration du site de Terra Numérica



Figure 15 : Conférence de Dorian Mazauric pour Terra Numérica

b. Un jeu de médiation scientifique

L'objectif de mon stage a été de concevoir un **système de médiation scientifique** pouvant rendre accessible au grand public une problématique de recherche sur laquelle COATI a travaillé.

Au cours de mon entretien de stage, Nicolas Nisse m'a ainsi expliqué l'importance de la démarche de médiation scientifique de COATI, et m'a proposé un sujet d'étude. Fedor V. Fomin, Frédéric Giroire, Alain Jean-Marie, Dorian Mazauric, et Nicolas Nisse ont travaillé sur le problème du préchargement de données sur des graphes. Leurs travaux a donné lieu à un article scientifique, publié dans Theoretical Computer Science (Volume 526), qui démontre certains résultats suivant le type de graphes étudiés.

COATI n'en est pas à son coup d'essai lorsqu'il s'agit de vulgariser ses travaux de recherches. Dans le bâtiment de Terra Numerica, de nombreux ateliers sont présentés au public. Il se trouve notamment des pupitres numériques, adéquats pour y installer des jeux de médiations scientifique par exemple. Ils permettent de disposer d'une grande interactivité entre les médiateurs de Terra Numérica et le public, et permettent aussi une diversité d'utilisation (accueillent une grande variété de jeux).

Le choix a donc été de développer un jeu de médiation scientifique, à implémenter sur ces pupitres numériques, pour expliquer le problème sur lequel COATI a travaillé et pour rendre compte des résultats que l'équipe a obtenue lors de ses travaux. Mon sujet de stage avait été traité par un étudiant de Polytech Nice Sophia-Antipolis lors de son Projet de Fin d'Etude et son stage de master 2, Grégory Hoareau. Ces sujets de recherches sont souvent

Durant son stage, Grégory a principalement travaillé sur la vulgarisation d'un autre article scientifique, mais il a commencé à programmer l'application que j'ai dû mettre au point.

À première vue des enjeux et attentes de COATI, les sous-problématiques que j'ai du traité ont donc été les suivantes :

- Comment faire comprendre des résultats techniques au grand public ?
- De quelle manière poursuivre le travail de programmation de Grégory ?

Pour apporter des réponses et des solutions à ces problématiques, j'ai d'abord dû comprendre les enjeux de recherche de ce stage.

c. Un des problèmes de recherche de COATI : Le Prefetching

Des membres de COATI ont publié un article scientifique portant sur le problème informatique du prefetching ([« How to satisfy impatient web surfer »](#)).

En informatique, les programmes ont souvent besoin de données obtenues au préalable stockées dans une mémoire appelée « cache ». Un moyen d'accélérer les calculs est d'anticiper ces besoins et de « pré-calculer » des données grâce à des programmes auxiliaires. C'est ce qu'on appelle le « pré-chargement » ou « pré-lecture » de données, de l'anglais « pre-fetching ».

De manière plus précise, la **prélecture** (en anglais, **prefetching**) est une technique qui tente de prédire les informations qui seront nécessaires à un circuit électronique ou un programme et de lire ces informations avant que le circuit ou le programme en ait besoin dans le but d'accélérer la vitesse du circuit ou du programme et donc de réduire les temps de calculs.

Mais il se pose plusieurs problèmes à cette technique :

- Tout d'abord, le fait que le circuit ou le programme « **tente de prédire** » quelle information sera nécessaire implique que, parfois, la prédiction est erronée et l'information prévue n'est jamais utilisée.
- D'autre part, comme dans tout système informatique, il se pose un problème de mémoire. Le stockage étant limité, l'ordinateur ne peut que précharger un nombre de données limités.
- Mais si l'ordinateur ne précharge pas assez de données, l'utilisateur va attendre que l'ordinateur fasse les calculs instantanément, et il va y avoir de la latence. C'est le phénomène que l'on cherche à éviter grâce à cette prélecture d'informations.

Il va y avoir un **équilibre à trouver** entre le temps d'attente, et la place mémoire que le préchargement occupe avec le nombre de données à pré-charger.

Ce problème se retrouve dans énormément de domaines : Les navigateurs web (préchargement de pages web), les jeux vidéos (préchargement d'affichage graphique), etc...

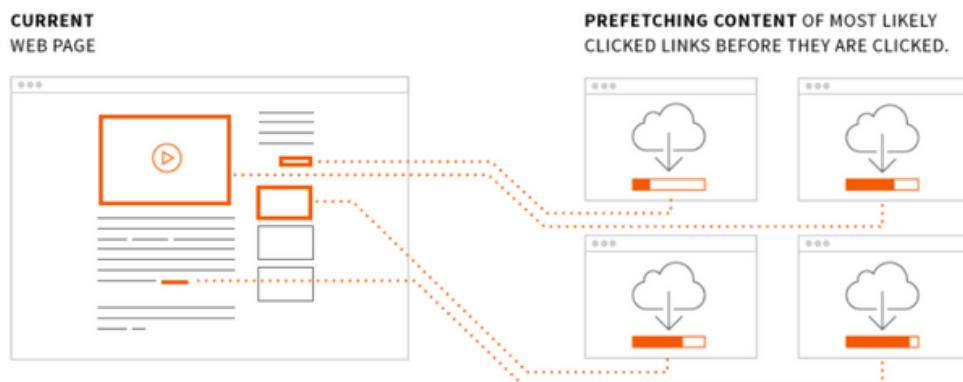


Figure 16 : Représentation du préchargement de données (Pre-fetching) sur une page web

COATI a pu avancé certains résultats sur l'équilibre entre la mémoire et le temps d'attente justement. Sur certains types de graphes, l'article précise un nombre minimal de données à précharger pour que l'utilisateur n'attende jamais (en prenant certaines hypothèses, comme l'équivalence sur le temps de chargement des données du système par exemple).

L'idée est donc de concevoir un jeu qui puisse faire comprendre ce constat d'équilibre à déterminer, et qu'il est possible sur certains graphes de le trouver : **Le jeu du Surfeur** (avec variante appellé jeu de la Chèvre et du Choux).

d. La Modélisation

Pour représenter le problème, les auteurs du papier ont eu l'idée suivante : En partant de l'application du problème sur le site web, l'utilisateur est modélisé par une chèvre, et les pages web non pré-chargées par des choux. La chèvre évolue sur un **graphe** (couple d'ensembles (S, A) où S est un ensemble d'éléments appelés sommets et A un ensemble d'éléments appelés arêtes). Les sommets sont tous occupés au départ par les choux. L'idée est que si la chèvre tombe sur un sommet occupé par un chou, elle le mange : Cela signifie que le navigateur se mets à ralenir (puis à planter) puisque l'utilisateur arrive sur une page non préchargée.

C'est donc un jeu tour à tour qui a pour but de protéger les choux de la chèvre en incarnant un collecteur de choux qui en récolte un nombre limité à chaque tour.

Cette version est ainsi plus ludique pour les jeunes, et permet de leur apprendre des concepts scientifiques de façon amusante. Au sein du jeu, nous avons également une version plus concrète avec la vraie application du jeu. On représente l'utilisateur par un avatar naviguant sur un ordinateur, et les pages à précharger par des pages web.

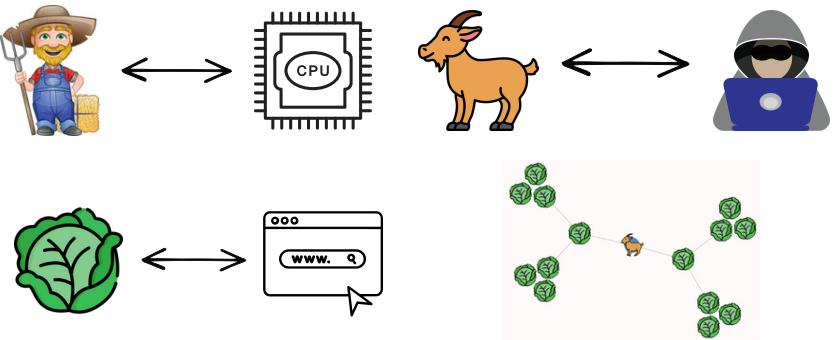


Figure 17 : Analogie entre Prefetching et Chèvre-Choux

2. Les contraintes et exigences techniques

Pour une raison logistique (le jeu doit être accessible sur plusieurs supports : tablettes, pupitres, ordinateur), il a fallu développer un jeu pouvant être accessible sur n'importe quel support, de façon simple. Alors, cela exclut de fait l'implémentation d'un jeu téléchargeable sur un support local, puisque cela implique des contraintes logistiques (télécharger les jeux sur toutes les tablettes à chaque fois qu'un nouveau support arrive) et techniques (le jeu devient difficilement accessible au public et les mises à jour sont impossible à faire puisqu'il faut réinstaller la nouvelle version du jeu sur chaque support).

Alors, une solution à ces problèmes serait d'élaborer un jeu en ligne. Un simple lien internet suffit à démarrer le jeu, et l'implémentation de nouveaux modes de jeu et/ou fonctionnalités devient très simple puisqu'il suffit de mettre à jour l'application dans les fichiers du serveur.

Pour développer un jeu en ligne, un framework est nécessaire. Un framework (ou infrastructure logicielle en français) désigne en programmation informatique un ensemble d'outils et de composants logiciels à la base d'un logiciel ou d'une application. De nombreux Framework existent : React JS, Angular, Flask, Node JS, Django ou encore Express.

Ce projet avait déjà été commencé par Grégory Hoareau. Il avait utilisé Angular pour principalement pour le fait que ce framework soit utilisé pour des développements assez pointus. En effet, Angular est un framework front-end en JavaScript. Toutefois, il propose diverses fonctionnalités relativement intéressantes et permet, entre autres, de développer des interfaces sur toutes les plateformes mobiles, tablettes et ordinateurs. Naturellement, j'ai poursuivi son travail sur le même framework que lui.

Ce fut alors un premier challenge pour moi : comprendre et apprendre le fonctionnement de ce framework, et m'adapter à un nouveau language de programmation (le TypeScript).

Pour reprendre le code de Grégory Hoareau, j'ai installé l'éditeur de code Visual Studio Code (VSCode) puis NodeJS et Angular pour faire tourner le GitHub à disposition et commencer à analyser son travail.

3. Description du travail proposé

a. Présentation du Jeu : *Le jeu du Surfeur*

Le jeu se joue à 1 ou 2 joueurs. Les utilisateurs peuvent incarner les deux rôles : la chèvre ou bien le collecteur de choux. Le but de la chèvre est de manger un chou, et le but du collecteur de choux est de récolter tous les choux.

La chèvre est positionnée sur la position de départ, qui est prédéfinie pour chaque graphe. Le collecteur de choux est le premier à jouer, il peut récolter un certain nombre de choux par tour (ce nombre est défini avant le début de la partie). Puis, une fois que le collecteur a fini de récolter les choux de son tour, la chèvre va pouvoir se déplacer. Elle ne peut que se déplacer sur les sommets adjacents au sommet sur lequel elle a commencé son tour. Puis c'est à nouveau au tour du collecteur de choux.

Le jeu est disponible sur le lien suivant : <https://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/>

b. Description de l'interface

L'objectif de mon stage est de concevoir le jeu du Websurfeur sur le même modèle que le jeu des Gendarmes et du Voleur conçu par Grégory Hoareau :

<https://www-sop.inria.fr/members/Gregory.Hoareau/>

Grégory a pu y développer 2 modes de jeu jouables : Le Mode Aventure et le mode Jeu Libre. Ayant eu beaucoup plus de temps de stage que moi (PFE et stage de master 2 donc presque 1 an au total), il a pu développer plus de fonctionnalités et de modes de jeu.

Etant donnée la durée de mon stage, j'ai suggéré une liste de plusieurs tâches à réaliser par ordre chronologique, étalées dans un diagramme de Gant que nous présenterons plus tard.

Lorsque nous lançons le lien du jeu, la page d'accueil s'affiche :



Figure 18 : Image issue du jeu représentant le choix de modélisation

Inspiré de la structure du jeu "Cops & Robbers", le jeu du Surfeur comporte 6 rubriques et 2 modes de jeu:

- **Mode Aventure :** Ce mode de jeu est une histoire narrative se jouant seul. Elle se compose de 4 blocs de niveaux de difficultés croissantes permettant au joueur d'appréhender les différentes règles et subtilités liées au jeu.

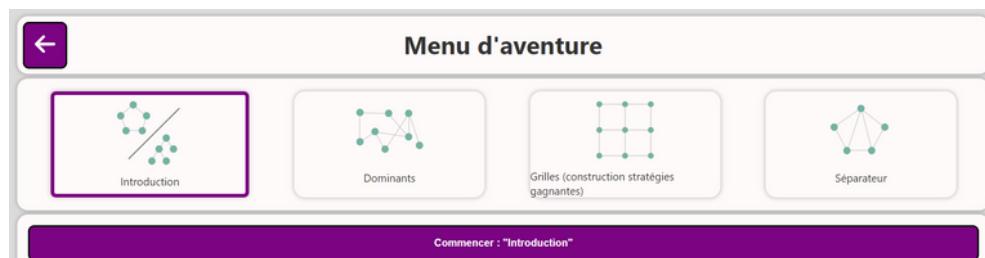


Figure 19 : Image issue du jeu représentant le choix de modélisation

- Mode Jeu Libre :** Ce mode de jeu permet de jouer sur n'importe quel graphe au jeu du WebSurfeur, à 1 joueur contre un ordinateur (avec différents niveaux de difficultés), ou à 2 joueurs humains. Il est terminé, et totalement fonctionnel.

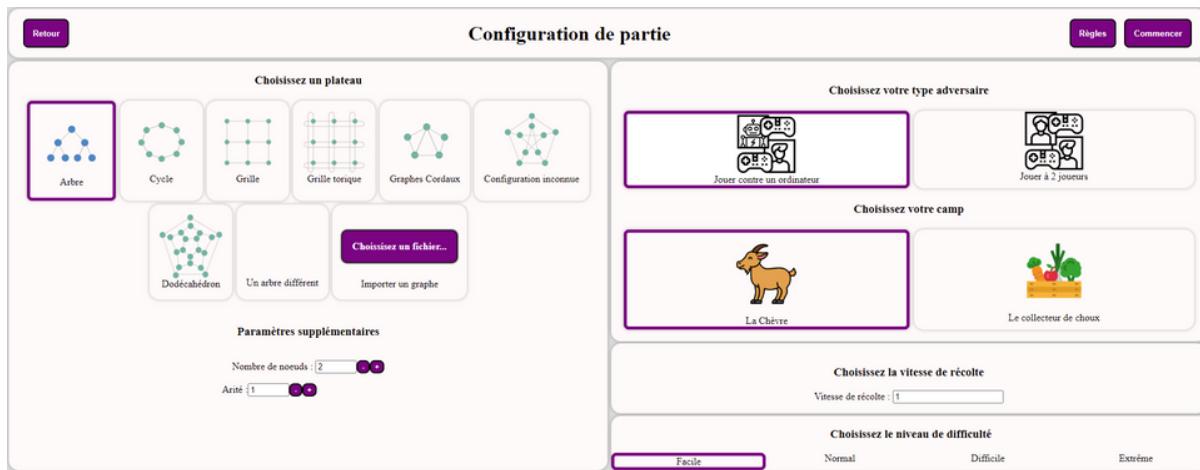


Figure 20 : Configuration du mode Jeu Libre

Le mode de jeu libre à deux buts principaux :

- Le premier est de permettre aux utilisateurs débutants de se familiariser avec les graphes. Ainsi ils pourront comprendre, ce que sont les sommets des graphes , ce que représentent les arêtes entre deux sommets et ainsi mieux appréhender les déplacements possibles sur les graphes, ce qui constitue l'élément basique nécessaire afin de pouvoir progresser dans le jeu.
- Ce mode permet aussi aux médiateurs (membres de Terra Numerica) de s'adapter aux niveaux et aux questions des personnes présentes. Le médiateur peut aussi utiliser ce mode jeu comme s'il utilisait le jeu dans une version physique.

- Mode Edition :** Ce mode de jeu permet de concevoir n'importe quel type de graphe sur lequel jouer dans le mode Jeu Libre. On peut également implémenter ces nouveaux graphes dans de nouveaux niveaux du mode aventure.

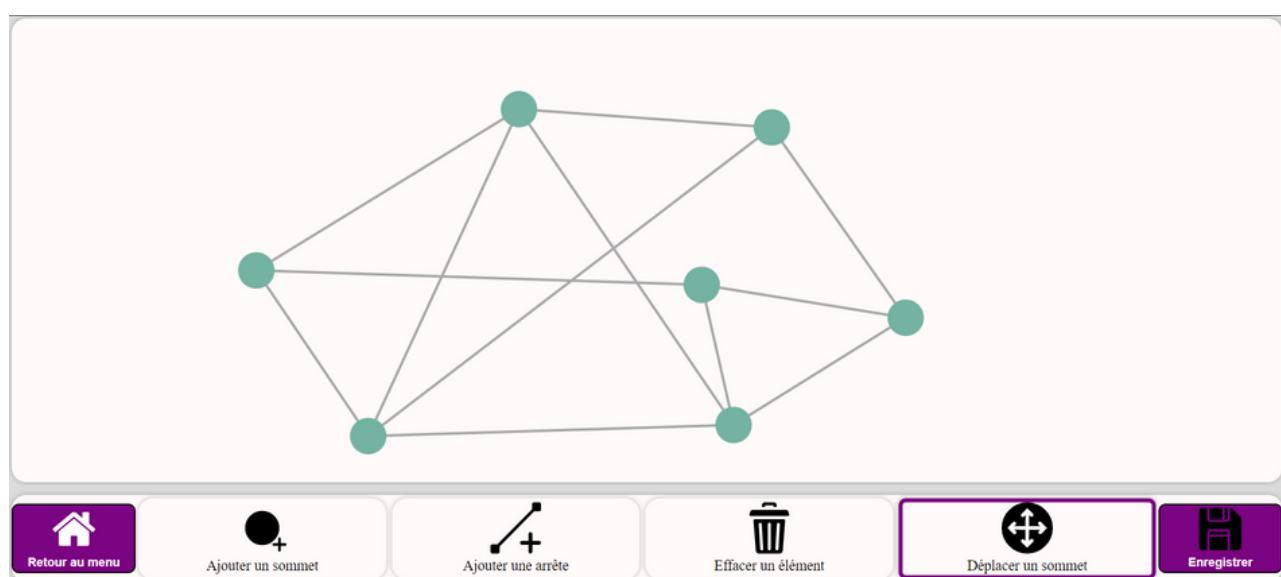


Figure 21 : Mode Edition

- Règles du Jeu et Crédits :** Ces options affichent la règle du jeu et citent les sources des images, et les personnes ayant contribuées de près ou de loin au projet



Figure 22 : Les règles du jeu



Figure 23 : Les Crédits du jeu

c. Présentation des Stratégies

Une des parties les plus importantes et intéressantes du stage a été l'implémentation de stratégies algorithmes. Dans ce jeu, la médiation scientifique va aussi se faire autour des algorithmes permettant aux joueurs de maximiser leurs chances de victoire. Ces algorithmes présents dans le jeu sont appelés « stratégies ». Dans la théorie des jeux, ensemble de décisions prises en fonction d'hypothèses de comportement des personnes intéressées dans une conjoncture déterminée.

Il existe différents types de stratégies pour chaque joueurs : pour la chèvre et pour le collecteur de choux. Dans le mode libre les stratégies utilisées par l'ordinateur dépendent de la difficulté choisie par le joueur. Plus ce dernier choisira un niveau de difficulté élevée, plus l'ordinateur utilisera une stratégie maximisant ses chances de victoire. À contrario, plus le niveau de difficulté sera bas, plus la stratégie utilisée sera simpliste. La stratégie la plus naïve utilisable par l'ordinateur est une stratégie de déplacement sur les sommets adjacents si il joue la chèvre, et une stratégie de récolte si l'ordinateur joue le collecteur de choux.

Dans le cas où l'ordinateur joue le Collecteur de choux :

- Si la difficulté choisie est « facile » alors l'ordinateur collectera les choux de façon aléatoire sur le graphe.
- Si la difficulté choisie est « normal » alors l'ordinateur va utiliser une stratégie qui consistera à collecter les choux se trouvant le plus proche de la chèvre.
- Si la difficulté choisie est « difficile » ou « extrême » alors l'ordinateur utilisera l'algorithme le plus efficace, lui assurant la victoire s'il dispose d'une vitesse de récolte minimale. L'algorithme ne récolte pas simplement des choux proches de la chèvre, mais il anticipe ses mouvements et récolte en avance des choux sur des emplacements critiques du graphe.

Dans le cas où l'ordinateur joue la Chèvre maintenant :

- Si la difficulté choisie est « facile » alors l'ordinateur choisira un sommet aléatoirement dans les voisins de son emplacement et s'y déplacera.
- Si la difficulté choisie est « normal » alors l'ordinateur va utiliser une stratégie qui consistera à choisir le sommet possédant le plus haut degré. L'ordinateur calcule alors le plus court chemin vers ce sommet depuis sa position et choisi le voisin vers lequel se déplacer.
- Si la difficulté choisie est « difficile » ou « extrême » alors l'ordinateur utilisera l'algorithme le plus efficace. L'ordinateur compare tous les chemins possibles du graphe et choisit celui qui possède la meilleure ratio nombre de choux restant et degré du chemin.

Au vu de leur importance primordiale dans le jeu, il est important que les stratégies présentes dans le jeu, et notamment les stratégies efficaces, soient justes et assez faciles à comprendre pour qu'elles puissent être expliquées facilement au plus grand nombre.

On pourra retrouver l'ensemble de ces stratégies dans le document "Stratégies de l'IA" en annexe (2)

4. Le déroulement du projet et implémentation

a. L'organisation

Mon stage s'est déroulé en plusieurs étapes :

- **Phase 1 :** La planification du travail
- **Phase 2 :** L'analyse du travail réalisé par Grégory Hoareau & la compréhension des travaux de recherche de Nicolas Nisse et de ses collaborateurs
- **Phase 3 :** Prévision d'un modèle, prototype de jeu en collaboration avec Nicolas Nisse
- **Phase 4 :** Programmation du prototype, série de tests du jeu
- **Phase 5 :** Implémentation du jeu sur le réseau local INRIA, et sur le web
- **Phase 6 :** Test du jeu sur les supports Terra Numérica

Le déroulé de ce stage s'est organisé de la manière suivante :

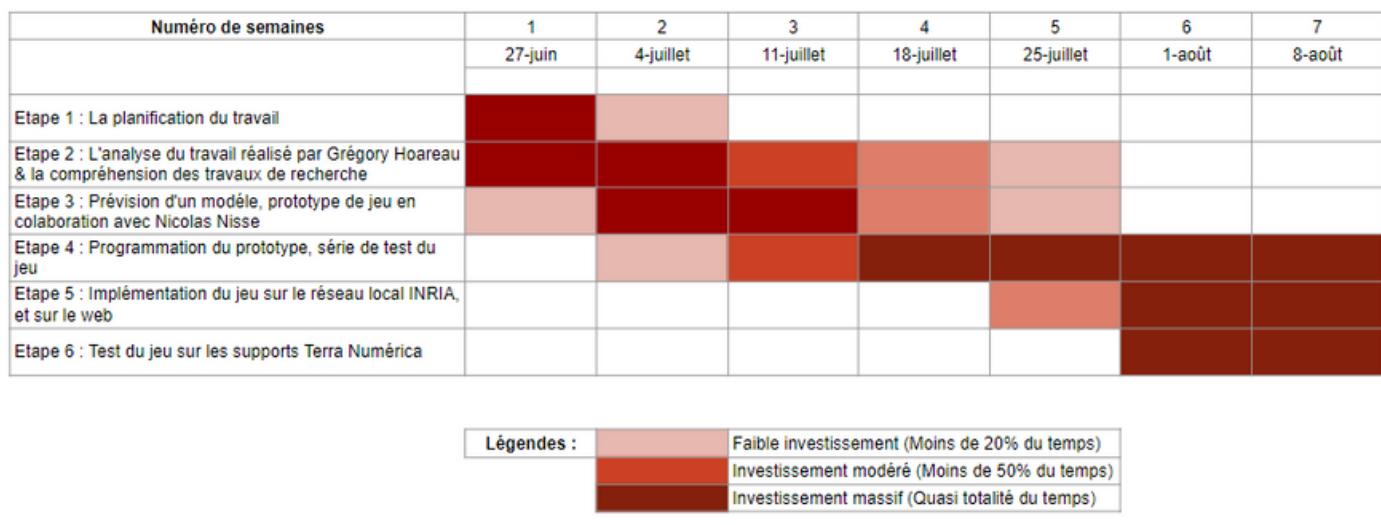


Figure 24 : Planning séquentiel de mon stage

Les étapes du stage se sont déroulées au fur et à mesure, et se sont chevauchées puisque j'ai du avoir besoin de certaines informations requises pour pouvoir poursuivre d'autres étapes.

Les phases 1 et 2 ont surtout été des étapes préliminaires à la compréhension du sujet, et du travail qui a déjà été réalisé. J'ai pu me documenter avec les articles scientifiques publiés par l'équipe COATI sur le sujet (cf bibliographie). Cela m'a pris un certain temps puisque certains de ces documents étaient en anglais, et utilisait un vocabulaire scientifique technique. Nicolas Nisse a pu répondre à toutes mes interrogations et a pris beaucoup de son temps pour m'expliquer certains concepts (Les problèmes NP-difficiles, le vocabulaire de la théorie des graphes).

Une fois passée ces étapes introducives, j'ai pu me consacrer au cœur du problème. J'ai commencé à élaborer un plan d'action de développement de l'application. J'ai d'abord réalisé un état des lieux de ce qui avait déjà été fait par Grégory Hoareau en listant les fonctionnalités et modes de jeu existants. Ensuite, j'ai pu beaucoup échanger avec Nicolas Nisse sur la vision pédagogique de Terra Numérica : Comment faire comprendre un concept scientifique au grand public ? Comment élaborer un jeu ludique qui poussera l'utilisateur à réfléchir ? Suite à mes interrogations, Nicolas Nisse m'a donné des pistes de réflexion sur ces problématiques.

Lors de la prise en main du jeu, il n'y avait que les graphismes, un seul graphe de disponible, et uniquement le mode 2 joueurs. Mais tout l'intérêt de ce jeu est de pouvoir prendre des graphes atypiques, et jouer contre un ordinateur si l'on est seul à jouer à ce jeu.

De fait, après avoir réfléchi aux fonctionnalités à implémenter, j'ai élaboré un plan de développement de l'application :

1ère étape : mode libre à 1 joueur pour implémenter les algos évoquées (plusieurs niveaux de difficulté)

2ème étape : mode éditeur (pouvoir concevoir soit même ses graphes et pouvoir y jouer dessus)

3ème étape : mode histoire (une introduction puis plusieurs situations permettant au joueur de saisir plusieurs concepts différents)

Bien évidemment, comme tout projet, j'ai connu des difficultés et j'ai rencontré des obstacles plus ou moins importants qui ont décalé d'une certaine manière les échéances des étapes prévues.

b. La communication & le mode de fonctionnement

Mon stage a une durée plus longue qu'un stage ouvrier (7 semaines), mais bien plus courte qu'un stage assistant ingénieur (de 4 à 6 mois). En effet, le précédent stagiaire ayant travaillé sur une même application de jeu avait passé plus de 6 mois à programmer et imaginer ce jeu. Néanmoins, je suis tout de même parti d'une base solide de code pour programmer ce jeu.

C'est pour cela que la communication fût primordiale lors de mon stage, tant auprès de mon tuteur pour qu'il valide les fonctionnalités que j'implémente, qu'auprès des personnes qui m'ont aidé tout au long de mon stage au développement de ce jeu.

Mon tuteur de stage étant en déplacement les deux premières semaines de mon stage, j'ai pu communiquer par appels et mails avec lui. Tous les deux jours environ, je lui faisait un compte rendu de mon travail, de mes blocages, et des solutions que je proposais pour franchir ces obstacles.

Une fois arrivé sur site, j'ai pu échanger avec lui lors de réunions, avec d'autres stagiaires s'intéressant au même domaine de recherche.

Lors de mon apprentissage de la programmation sur le framework Angular, j'ai connu beaucoup de difficultés à comprendre la structure du code, et à commencer à véritablement programmer en implémentant des solutions.

J'ai alors contacté Grégory Hoareau, le précédent stagiaire, qui m'a été d'une grande aide pour ce projet. Il a accepté de répondre à toutes mes interrogations, et m'a suivi tout au long du projet. Il m'a aidé à débugger certains problèmes lors de la programmation, et m'a conseillé sur la façon de programmer tel ou tel modules.

Nous avons pu échanger lors de visio-conférences, mais aussi tout au long des journées, par messages via Discord.

J'ai également pu beaucoup échanger avec mon tuteur sur les stratégies à mettre en place dans le jeu. Nous avons longuement échangé sur les stratégies à mettre en oeuvre selon le types de graphes, et nous avons essayé d'élaborer ensemble des algorithmes efficaces pour implémenter ces stratégies.

c. Résultats & suite du projet

Au cours de ces 7 semaines de stage, j'ai pu livrer à Terra Numerica et à l'équipe COATI un jeu fonctionnel comprenant un mode de jeu libre abouti, un squelette du mode aventure, et des fonctionnalités permettant d'enrichir l'expérience de jeu de l'utilisateur. J'ai aussi pu réaliser un site internet pour Terra Numerica, répondant à une problématique secondaire.

Jeu Libre :

Le mode de jeu libre permet de jouer avec des graphes générés avec des paramètres (à l'aide de méthodes), ou bien de graphes importés (provenant de la fonction Edition du jeu). Il se joue à 1 ou 2 joueurs. Pour le mode 1 joueur, on peut choisir parmi plusieurs niveaux de difficultés qui correspondent aux stratégies adoptées par l'ordinateur. Enfin, on peut également choisir des paramètres de jeu (nombre de choux à récolter par tour pour le collecteur de choux, ou vitesse de déplacement de la chèvre : On peut définir avant le début de jeu, sur combien de sommet la chèvre a le droit de se déplacer). On peut également choisir l'affichage que l'on souhaite (mode médiation ou mode ludique : des pages web ou des choux).

Aventure :

Le mode aventure n'est pas fonctionnel pour le moment. Néanmoins, le squelette du mode est créé. Mise à part quelques erreurs et bugs à corriger, j'ai pu créer des classes et méthodes permettant de créer des niveaux soit même en sélectionnant tous les paramètres de jeu (les mêmes que ceux présentés en jeu libre). On peut créer des blocs de niveaux pour présenter certains aspects et subtilités du jeu, et créer plus d'engouement pour le jeu.

Edition :

Le mode édition est totalement fonctionnel. Il permet de créer des graphes (sommets + liaisons entre les sommets), puis de les télécharger et de jouer avec.

J'ai aussi pu créer un espace de dépôt de fichiers aidant à la médiation scientifique (histoire du web, explications, etc...). Ce sont simplement des pages html à rajouter dans cet espace. Pour finir, j'ai implémenté des raccourcis et créé des répertoires contenant un ensemble de graphes importées au sein de chaque pupitres de Terra Numerica pour faciliter l'accès au jeu.

Site Web :

Enfin, j'ai pu concevoir un site web pour Terra Numerica, répertoriant tous les jeux en ligne que dénombre l'association. J'ai pu les classer selon les thèmes abordés, et y déposer les ressources que j'ai créé pour le jeu du Surfeur. Ce site web fut conçu en HTML/CSS et est hébergé sur le serveur de l'INRIA.

Ce site est accessible via le lien suivant :

http://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/Terra_Numerica_Website/Landing_page/

Suite du Projet :

Pour conclure sur ces résultats, une grosse partie du développement a donc été réalisée, puisqu'une partie du jeu est déjà fonctionnelle. Néanmoins, il reste encore des choses à réaliser pour mettre en place le mode Aventure, et pour rajouter des données "ressources" de médiation pour présenter l'histoire du web par exemple.

Partie III : Mon expérience et mes apprentissages sur le monde professionnel

1. L'Accueil

Le premier jour de mon stage, j'ai été chaleureusement accueilli. Après un passage à l'accueil, on m'a fourni un badge puis on m'a orienté vers Patricia Riveill, assistante de l'équipe. Mon tuteur, Nicolas Nisse, étant en déplacement durant mes 2 premières semaines de stage, nous nous sommes appellés, et il m'a accueilli dans son bureau à distance. J'ai aussi été accueilli par David Coudert, responsable de l'équipe COATI, qui m'a tout de suite très bien intégré au sein du groupe.

2. Le Fonctionnement de COATI

L'INRIA et ses équipes qui la composent ont complètement changé ma perception de la recherche. D'un point de vue extérieur, et novice dans le monde professionnel et de la recherche, je m'attendais à ce que les scientifiques travaillent de façon isolé sur leur sujet au sein du laboratoire.

Toutefois, la communication et la bonne ambiance règnent au sein de l'équipe COATI. Aussi, les chercheurs et enseignants-chercheurs sont très ouverts à la discussion et emploient un vocabulaire très compréhensible lorsqu'il s'agit d'expliquer leurs activités de recherche. Tout le monde est sur un pied d'égalité, y compris moi, simple stagiaire. Chercheurs comme assistants font partie d'une même équipe, et chacun constitue un rouage essentiel au bon fonctionnement de l'INRIA et du laboratoire de recherche. Et c'est justement cela qui m'a marqué. Dans ce laboratoire de recherche, tout le monde travaille en équipe.

Pour revenir sur les horaires, ce sont l'honnêteté et la confiance au sein de l'équipe qui permettent à chacun d'avoir des journées plus agréables. En effet, les chercheurs ne sont soumis à aucun emploi du temps, ils peuvent travailler sur des horaires différents. Comme me l'a expliqué David Coudert à mon arrivé, ils fonctionnent par projet, c'est à dire que tant que le projet avance bien, et que l'on est efficace la journée, personne n'est regardant sur le volume horaire que l'on passe au bureau. Il m'a également expliqué que c'est le même fonctionnement dans les entreprises privés.

L'équipe COATI a pour habitude de se réunir le midi pour se restaurer à la cafétéria du site. Cela favorise le travail d'équipe. L'équipe se voit aussi régulièrement lors de pauses, mais aussi lors des réunions de projets. Ces temps de repos sont très importants pour sortir un peu de leurs activités de recherche très énergivore. Pour rester efficace, il faut aussi prendre du recul sur son travail, notamment en recherche.

J'ai également pu assister aux séminaires des membres de l'équipe, et de chercheurs visiteurs. Ce sont des réunions hebdomadaires durant lesquels des membres de l'équipe certaines personnes présentent les avancées des travaux sur lesquels ils travaillent. Ces séminaires furent très intéressants puisqu'ils m'ont permis de découvrir d'autres sujets d'informatique théorique, et d'observer la manière dont les chercheurs présentent leurs travaux.

Certains membres de l'équipe partent aussi en voyages professionnels lors de séminaires en France ou à l'étranger. Ils soutiennent devant la communauté scientifique de leur domaine, des articles scientifiques qu'ils construisent ensemble durant l'année, et assistent à des présentations d'autres chercheurs pour se tenir informés de l'avancée scientifique dans leur domaine. Cela a notamment été l'objectif du voyage professionnel de Nicolas Nisse, qui s'est rendu à une conférence internationale regroupant l'ensemble de la communauté scientifique des chercheurs en informatique sur la théorie des Graphes.

3. Ma découverte de Terra Numerica

Terra Numerica est une association de vulgarisation scientifique. J'ai pu visiter les locaux de ce centre de médiation scientifique dès ma première semaine de stage.

J'ai pu assister à la présentation d'ateliers par Dorian Mazauric (qui est enseignant chercheur à l'INRIA, et qui est l'un des porteurs du projet Terra Numérica), à destination d'une classe de CM1 d'une école de Valbonne.

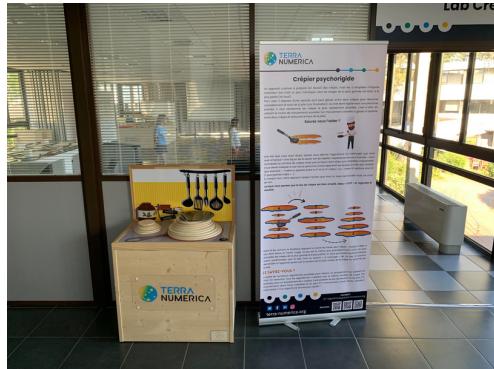


Figure 25 : Atelier ludique sur les Tour d'Hanoï

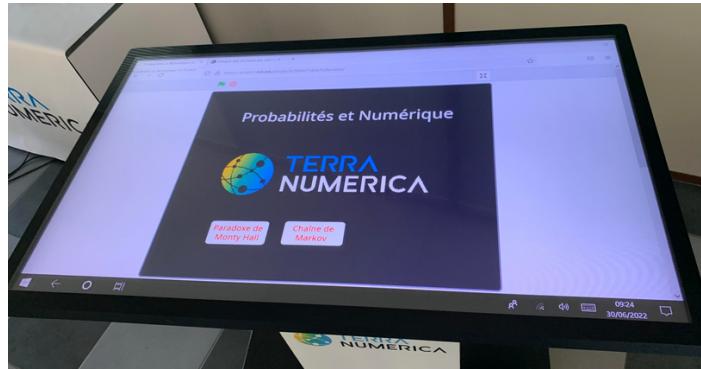


Figure 26 : Pupitre Terra Numérica où sont installées les applications de jeu de vulgarisation scientifique

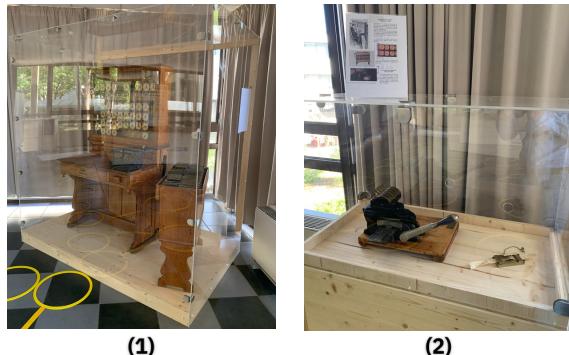


Figure 27 : L'un des premiers outils de cryptographie élaboré et pensé par

Au cours de ma visite, j'ai également découvert que Terra Numérica est un organisme très actif, organisant très régulièrement des activités pour le grand public.

Terra Numérica est un acteur présent sur chaque rassemblement scientifique public (comme la fête de la science), et organise beaucoup de conférences de vulgarisation scientifique.

Terra Numerica est aussi une association qui met à l'honneur les fondations de la recherche scientifique, et notamment l'histoire, et la découverte scientifique.

Par exemple, la machine ci-contre (1) servait à concevoir des papiers à trous permettant de générer des messages codés. L'autre machine (2) servait à décoder ce message.

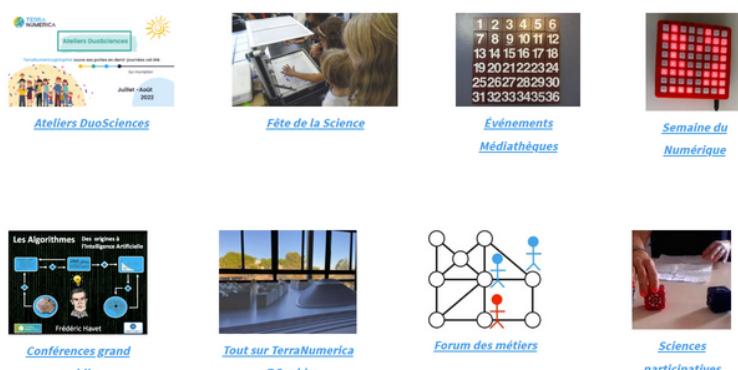


Figure 28 : Les événements grands publics organisés par Terra Numerica en 2022

4. Mon retour sur expérience

a. La résilience face à la difficulté

Durant ces 7 semaines de stages, j'ai rencontré beaucoup de problèmes de toutes sortes. Le problème majeur que j'ai pu rencontrer lors de mon stage fût mon manque d'expérience et de compétences en programmation web au début du projet. J'ai dû alors chercher par moi même des solutions (me former en ligne, prendre contact avec d'anciens stagiaires ayant réalisé un stage similaire, etc...). C'est en persévérant et en cherchant à mieux comprendre les difficultés auxquelles j'ai pu faire face que je suis arrivé à surmonter ces barrières. Même si cela a pris plus de temps qu'un ingénieur expérimenté, je me suis formé à de nouvelles compétences informatiques, et j'ai pu acquérir une expertise qui me servira dans mon métier futur.

Je pense que la résilience face à la difficulté est une grande qualité de l'ingénieur de nos jours. J'ai appris lors de ce stage et lors de projets scolaires que l'on passe par des moments de doutes, où l'on arrive pas forcément à avoir des résultats du premier coup (surtout en informatique). Et je crois sincèrement que la persévérance, et l'ouverture d'esprit sont des qualités essentielles à acquérir pour la réussite d'un projet. Sans résilience, je pense que j'aurais pu abandonner à certains moments face à mon manque d'expérience vis-à-vis du langage de programmation.

Une autre difficulté fût aussi de s'intégrer dans un milieu professionnel que je venais à peine de découvrir. J'ai compris que les relations sociales au sein de l'entreprise sont primordiales pour être dans un bon état d'esprit et pour faciliter les échanges et la communication entre les membres d'une équipe. Je pense avoir développé mes qualités sociales lors de mon année passée à l'école lors de projets scolaires et associatifs, c'est ce qui m'a aidé à surmonter cette difficulté.

b. Mon choix de stage

Pour ce stage de première année, je n'ai pas suivi un chemin classique (stage ouvrier), puisque j'ai réalisé un stage type assistant-ingénieur. Plusieurs raisons ont motivé ce choix. Tout d'abord, je souhaitais confirmer ma volonté de poursuivre ma formation dans le domaine de l'informatique, plus particulièrement en Intelligence Artificielle. Aussi, ayant déjà réalisé des stages de découverte en entreprises privées, je voulais découvrir le domaine de la recherche en informatique afin de m'aider à construire mon projet professionnel. J'envisage peut-être de faire un doctorat. Au cours de ce stage, j'ai pu échanger avec des chercheurs et doctorants afin de mieux comprendre les tenants et aboutissants d'un tel projet. J'ai dorénavant des contacts dans ce domaine qui pourraient m'aider à développer mon réseau.

c. Et si c'était à refaire ?

Je me suis vraiment épanoui au sein de ce stage. C'est la première fois que j'ai mené seul un projet informatique. J'ai acquis de nouvelles compétences, tout en approchant le milieu de la recherche, qui m'était encore inconnu (la recherche). Une leçon que je retiens tout de même est le fait de devoir communiquer un peu plus sur les difficultés que je rencontre. Certes, la résilience semble être une bonne qualité de l'ingénieur moderne, mais je pense que pour mes futures expériences, il ne faudra pas que j'hésite à faire part de ces moments de doutes à mes encadrants/superviseurs/collègues lorsque ces moments se présentent (il ne faut pas les affronter tout seul).

Je trouve le domaine de la recherche très enrichissant et vraiment passionnant. C'est encore un autre travail que le métier d'ingénieur en entreprise, puisqu'il faut adopter une posture très théorique pour faire avancer certains concepts. Ce stage a bien répondu à mes attentes au niveau scientifique, découverte du monde de la recherche et construction de mon parcours professionnel.

Partie 4 : Ma Conclusion

Ces 7 semaines de stage m'ont permis de découvrir le domaine de la recherche scientifique en laboratoires publics qui est un milieu plutôt différent du secteur privé (en terme de contenu de travail, mais aussi d'échéances, et d'enjeux).

Ce stage a été enrichissant et formateur à tous les niveaux.

Premièrement, j'ai eu la chance d'intégrer l'équipe COATI, particulièrement soucieuse de mon intégration au sein de l'INRIA et à l'attention du simple stagiaire que j'étais. Avoir un chercheur comme Nicolas Nisse comme tuteur a été vraiment très formateur. Il a apporté beaucoup de rigueur scientifique à mon travail, notamment lors de l'élaboration des stratégies de jeu. Ce stage m'a permis de découvrir un monde que je ne connaissais pas et d'acquérir des compétences qui me seront sûrement utiles. Durant certaines de mes journées, j'ai découvert le travail de doctorants et de chercheurs, et j'ai pu suggérer certaines idées pour résoudre les problèmes qu'ils exposaient lors de réunions.

J'ai également le sentiment d'avoir progressé et ce stage a conforté mon projet professionnel et me permet d'être plus serein pour la poursuite de mes études. À travers ce stage, j'ai pu remarquer de nombreuses méthodologies managariales mises en place au sein de la vie associative (Bureau Des Sports par exemple) et des différents autres bureaux, lors de la conduite de projets par exemple. En parallèle, le stage est également un excellent exercice pour se construire des relations et un véritable réseau professionnel. Cette première immersion en milieu professionnel m'a permis de renforcer mes acquis de première année au sein de l'IMT Mines Alès en me donnant l'opportunité d'acquérir et de développer de nouvelles compétences :

- La communication
- L'adaptabilité
- La résilience
- La curiosité
- Le savoir être au sein d'une entreprise

Ce stage a été d'autant plus enrichissant qu'il m'a permis d'appréhender mon orientation professionnelle et de poursuivre ma réflexion sur mon choix de carrière. J'ai pu réaliser en quoi consiste le travail d'une thèse ainsi que ce que cela peut apporter.

Pour conclure, j'adresse une fois de plus mes remerciements à tous les acteurs de la réussite de ce stage. Pour réaliser un tel stage j'ai dû sortir de ma zone de confort, m'intégrer au sein d'une équipe, me former à de nouveaux outils et m'adapter à une méthode de travail. J'en ressors grandi avec plus de compétences scientifiques et humaines.

Bibliographie

Site Internet :

- INRIA Centre Université Côte d'Azur
<https://www.inria.fr/fr/centre-inria-universite-cote-azur>
- CNRS
<https://www.cnrs.fr/fr/page-daccueil>
- INRIA, 2017, *Quelques mots d'histoire [vidéo]*
<https://mediatheque.inria.fr/Mediatheque/media/43282>
- Yannis Belkhiter, 12 Août 2022, Site web Terra Numérica.
http://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/Terra_Numerica_Website/Landing_page/
- Yannis Belkhiter, 12 Août 2022, Jeu du Websurfeur.
<http://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/Websurfeur/>

Ressources :

- Jeux développés par Gregory Hoareau, 2021, *Websurfeur et Cops & Robbers*
<http://www-sop.inria.fr/members/Gregory.Hoareau/>
- Code source des jeux développés par Grégory Hoareau, 2021, *GitHub*
<https://github.com/Terra-Numerica/TER-TerraNumerica>

Documents :

- INRIA, le 11 Juillet 2022, Rapport d'activité 2021
<https://www.inria.fr/sites/default/files/202207/Rapport%20d%27activites%20Inria%202021.pdf>

Articles scientifiques :

- Fedor V. Fomin, Frédéric Giroire, Alain Jean-Marie, Dorian Mazauric, Nicolas Nisse. To satisfy impatient Web surfers is hard. *Theoretical Computer Science*, Elsevier, 2014, 526, pp.1-17. 10.1016/j.tcs.2014.01.009. hal-00966985, disponible : <https://hal.inria.fr/hal-00966985/file/FGJMN.pdf>
- Fedor V. Fomin, Frédéric Giroire, Alain Jean-Marie, Dorian Mazauric, Nicolas Nisse. Satisfaire un internaute impatient est difficile. 14èmes Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications (AlgoTel), 2012, La Grande Motte, France. hal-00687102, disponible : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00687102/file/algotel-fugitif.pdf>
- Nicolas Nisse, 26 mai 2014. *Algorithmic complexity Between Structure and Knowledge (How Pursuit-evasion Games help)* Habilitation à Diriger la Recherche (HDR Informatique). Disponible : http://www-sop.inria.fr/members/Nicolas.Nisse/hdr_Nisse.pdf
- Frédéric Giroire, Ioannis Lamprou, Dorian Mazauric, Nicolas Nisse, Stéphane Pérennes, et al. Connected Surveillance Game. *Theoretical Computer Science*, Elsevier, 2015, 584, pp.131-143. hal-01163170, disponible : <https://hal.inria.fr/hal-01163170/file/Connected-Surveillance-Journal%20-%20vHAL.pdf>

Bibliographie

Sources des figures :

- Figure 1 : CNRS (<https://www.cnrs.fr/fr/page-daccueil>)
- Figure 2 : INRIA (<https://www.inria.fr>)
- Figure 3 : Logos CNRS, INRIA, I3S, et Université Côte d'Azur
- Figures 4 & 5 : INRIA, le 18 Mars 2021, Rapport d'activité 2020 (<https://www.inria.fr/fr/rapport-activites-2020-inria>)
- Figure 6 : Photo COATI (<https://www.parcanimalierlabarben.com/animal/coati-a-queue-anneelee>)
- Figure 7 : Organigramme de l'équipe COATI (<https://team.inria.fr/coati/>)
- Figures 8, 9, 10, 11 & 12 : Logos des structures partenaires de Terra Numerica (<http://terra-numerica.org/partenaires/>)
- Figures 13, 14 & 15 : Les évènements à Terra Numerica (<https://terra-numerica.org/evenements/>)
- Figure 16 : Représentation pre-fetching (<https://support.maxcdn.com/hc/en-us/articles/360036932391-What-is-Prefetching->)
- Figure 17 : Modélisation du jeu (images libre de droit)
- Figures 18, 19, 20, 21, 22 & 23 : Yannis Belkhiter, 12 Août 2022, Jeu du Websurfeur. (<http://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/Websurfeur/>)
- Figure 24 : Planning séquentiel de l'organisation du stage
- Figures 25, 26, 27 : Photos de la visite des locaux Terra Numérica
- Figure 28 : Le public de Terra Numerica (<https://terra-numerica.org/grand-public/>)

Glossaire

INRIA : Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (ancien sigle, maintenant c'est un nom propre).

IRIA : Institut de Recherche en Informatique et Automatique

IA : Intelligence Artificielle

UCA : Université Côte d'Azur

PME : Petites et Moyennes Entreprises

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

I3S : Laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis

COATI : équipe-projet en Combinatoire, Optimisation et Algorithmes pour les Télécommunications

MASCOTTE : équipe-projet en Méthodes Algorithmiques, Simulation et Combinatoire pour l'Optimisation des Télécommunications

IoT : Internet of Things (Internet des Objets, objets connectés)

WDM Optique : Multiplexage en longueur d'onde (technique permettant d'augmenter le débit sur une fibre optique)

MPLS : Multiprotocol Label Switching (mécanisme de transport de données dans les réseaux informatiques)

LTE : Long-Term Evolution (norme pour les réseaux sans-fil)

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'arrivée en stage

Annexe 2 : Fiche d'évaluation tuteur

Annexe 3 : Protocole Ajout de Graphes

L'objectif de ce document est d'expliquer les manipulations à réaliser pour permettre à n'importe quel utilisateur d'ajouter le graphe qu'il souhaite dans le jeu.
Il sert donc de mode d'emploi, de guide aux médiateurs de Terra Numérica.

Annexe 4 : Les Stratégies de l'IA (Mode de Jeu Libre)

L'objectif de ce document est d'expliquer les différentes stratégies qui ont été implémenté dans le mode Jeu Libre pour permettre à n'importe quel utilisateur de mieux comprendre les stratégies adopté par l'ordinateur selon le niveau sélectionné.

Il sert de support de présentation pour les médiateurs de Terra Numérica.

À retourner dans les 10 jours suivant le début du stage

à Patricia TISSERANT (Cellule Stages) par courrier
IMT MINES ALÈS - 6, Avenue de Clavières - 30100 ALÈS
ou par E-mail : Patricia.Tisserant@mines-ales.fr)

ÉLÈVE (Nom Prénom) : BELKHITER Yannis

Stage 1A Stage 2A

Adresse du stagiaire : 59 Avenue des jaïsous, 06530 Peymeinade

Téléphone fixe ou portable (Hors des heures de travail) : +33 6 07 63 22 26

NOM de l'ENTREPRISE : INRIA Sophia Antipolis - CNRS

Adresse de l'entreprise : 2004 Rte des Lucioles, 06902 Valbonne

Téléphone : 04 92 38 77 77

Lieu et adresse d'affectation : INRIA Sophia Antipolis
2004 Rte des Lucioles, 06902 Valbonne

Téléphone : 04 92 38 77 77

Nom et fonction de la personne responsable du stagiaire : NISSE Nicolas
Chargé de Recherche 1re classe, HdR au sein de l'équipe-projet COATI de l'INRIA Sophia
Antipolis Méditerranée
E-mail : nicolas.nisse@inria.fr

Dates de début et de fin de stage : du 27/06/2022 au 12/08/2022

Dates prévues pour les vacances : 13/08/2022

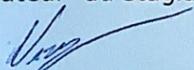
Emplois et fonctions prévus par l'employeur :
Création d'une application de jeu dans les graphes pour la médiation scientifique

Observations :

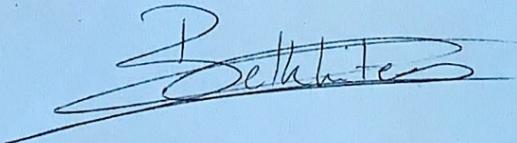
Tuteur en déplacement les 2 premières semaines de l'arrivée en stage.

A...Sophia...Antipolis. Le..26/07/2022

Signature du Tuteur du stagiaire



Signature du Stagiaire



Nom et Prénom de l'élève : BELKHITER Yannis <input checked="" type="checkbox"/>
Sujet : <i>Création d'une application de jeu dans les graphes pour la modélisation scientifique</i>
Entreprise : <i>Inria</i>

1 – Evaluation qualitative

A (Excellent) ; **B** (Très bien, au dessus de la moyenne) ; **C** (Bien) ;
D (Satisfaisant avec quelques lacunes) ; **E** (tout juste acceptable) ; **F** (insuffisant)

APTITUDE A	A	B	C	D	E	F	Sans objet
1 - S'intégrer humainement dans l'entreprise (ponctualité, présentation)	<input checked="" type="checkbox"/>						
2 - Cerner et reformuler les besoins du client		<input checked="" type="checkbox"/>					
3 - Organiser son travail (autonomie, prise d'initiative)	<input checked="" type="checkbox"/>						
4 - S'adapter professionnellement	<input checked="" type="checkbox"/>						
5 - Proposer des actions d'améliorations (implication personnelle)		<input checked="" type="checkbox"/>					
6 - Travailler en équipe (relations avec les opérateurs)	<input checked="" type="checkbox"/>						
7 - Communiquer oralement		<input checked="" type="checkbox"/>					
8 - Maîtriser la rédaction		<input checked="" type="checkbox"/>					
9 - Faire preuve de rigueur (efficacité dans le travail)	<input checked="" type="checkbox"/>						
10 - Prendre en compte l'approche globale de l'entreprise (réglementation, environnement social, économique...)	<input checked="" type="checkbox"/>						
11 - Niveaux des connaissances		<input checked="" type="checkbox"/>					
12 – Capacités d'acquisition de connaissances nouvelles	<input checked="" type="checkbox"/>						
13 – Méthodologie dans l'approche des problèmes	<input checked="" type="checkbox"/>						
14 – Aptitude à l'animation de réunion							<input checked="" type="checkbox"/>

Certaines rubriques peuvent être sans objet pour le stage 1eA et 2eA mais seront renseignées au cours des autres stages.

Évaluation du stage par le tuteur par rapport au résultat attendu :

Satisfait : OUI NON

Si NON, pourquoi ? :

2 – Observations complémentaires

Yannis a effectué un travail remarquable. Il a fait preuve d'une grande autonomie et maturité, et il a su apprendre rapidement de nouvelles techniques et notions. Il est par ailleurs un collègue très agréable qui s'est très bien intégré à l'équipe.

Ce document sera communiqué aux élèves.

Insuffisant F	Passable E	Moyen D	Bien C	Très Bien B	Excellent A
< 10	[10.11[[11.13[[13.15[[15.16[≥ 16

Nom du tuteur	NISSE Nicolas
Fonction	Chargé de Recherche Inria
Date	25/08/22
Signature	

Evaluation globale	18 /20
--------------------	--------

Cachet de l'Entreprise

I.N.R.I.A.
CENTRE DE RECHERCHE
SOPHIA ANTIPOLIS-MÉDITERRANÉE
2004, route des Lucioles - BP 93
06902 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX - France
Tél. : 04 92 38 77 77

A retourner à Patricia TISSERANT – École des Mines
d'Alès – 6 Avenue de Clavières – 30319 ALÈS
E-mail : Patricia.Tisserant@mines-ales.fr
Fax : 04 66 78 20 17

Protocole d'ajout de Graphes

Mode Jeu Libre

Retour Configuration de partie Règles Commencer

Choisissez un plateau

- Arbre
- Cycle
- Grille
- Grille torique
- Graphes Cordaux
- Configuration inconnue
- Dodecahédon
- Un arbre différent
- Choisissez un fichier...
- Importer un graphe

Choisissez votre type adversaire

- Jouer contre un ordinateur
- Jouer à 2 joueurs

Choisissez votre camp

- La Chèvre
- Le collecteur de choux

Paramètres supplémentaires

Nombre de noeuds : Arité :

Choisissez la vitesse de récolte

Vitesse de récolte :

Choisissez le niveau de difficulté

Facile Normal Difficile Extrême

Retour au menu Ajouter un sommet Ajouter une arête Effacer un élément Déplacer un sommet Enregistrer



**TERRA
NUMERICA**

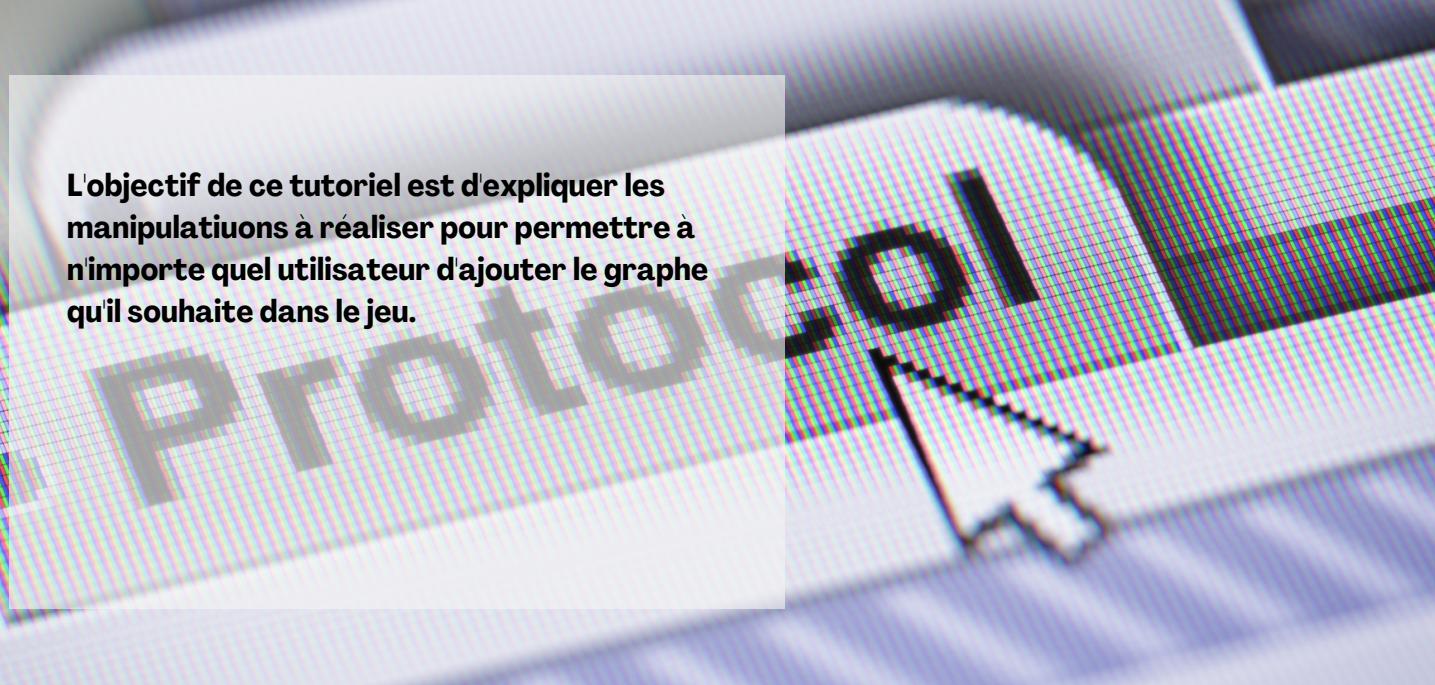
**LE JEU
DU SURFEUR**



Sommaire

3	Motivations
4	Ajout Rapide de Graphes
5	Ajout de graphes permanent

Motivations



L'objectif de ce tutoriel est d'expliquer les manipulations à réaliser pour permettre à n'importe quel utilisateur d'ajouter le graphe qu'il souhaite dans le jeu.

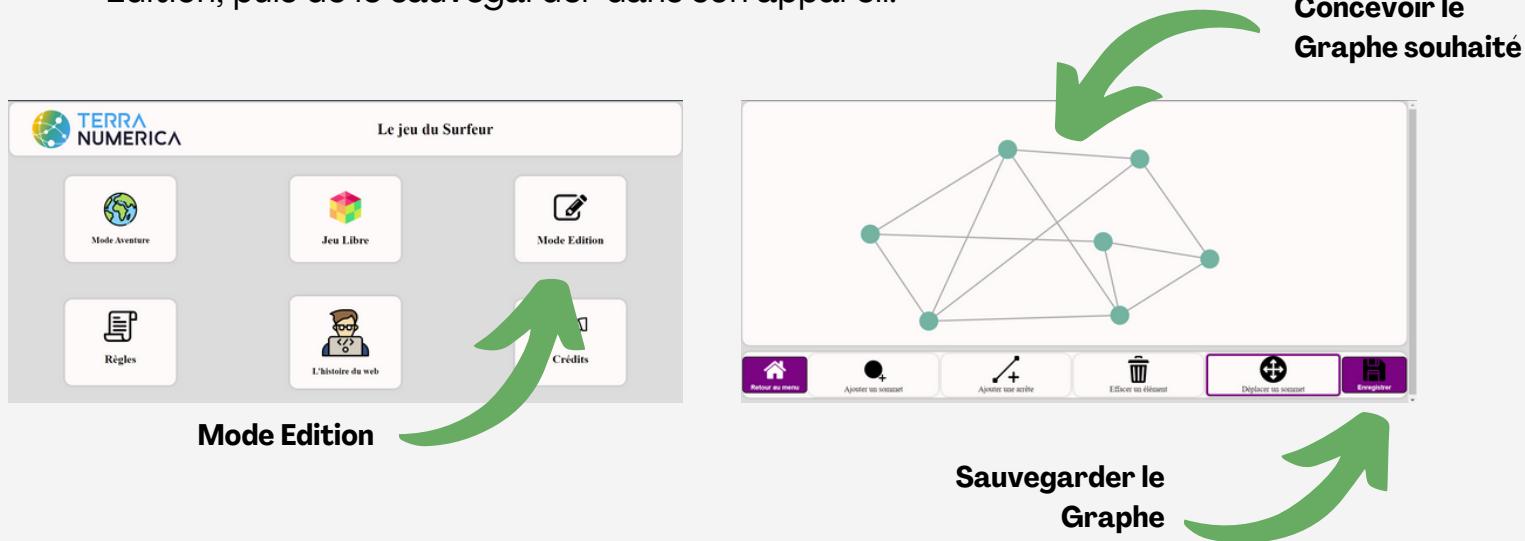
Dans ce Protocole, nous allons expliciter les deux marches à suivre pour pouvoir insérer un nouveau graphe dans le jeu. Ces deux manières de faire aboutissent à deux résultats différents, et n'impliquent pas le même investissement en terme de temps et de mémoire.

La première méthode présentée est la plus simple. Tout va se passer sur l'application du jeu, mais elle ne donnera pas de visuel de présentation du graphe à l'utilisateur lors du choix du graphe.

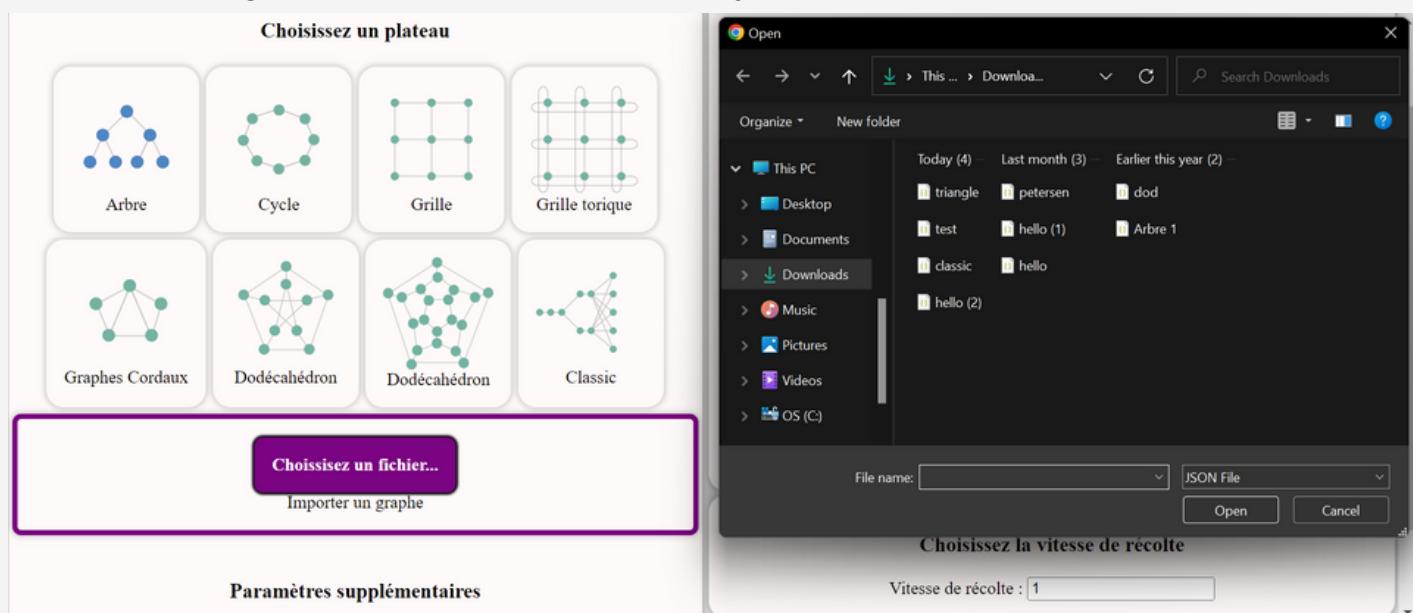
La seconde méthode est elle plus longue puisqu'il va falloir rentrer dans le code du jeu, et rajouter certaines méthodes. Néanmoins, elle va permettre d'afficher un nouvel icône de choix du graphe.

Méthode 1 : La méthode Rapide

Tout d'abord, la première étape consiste à concevoir son graphe dans le Mode Edition, puis de le sauvegarder dans son appareil.



Une fois sauvegardé, votre graphe apparaît sous le nom donné dans vos téléchargements. C'est un fichier "nom".json



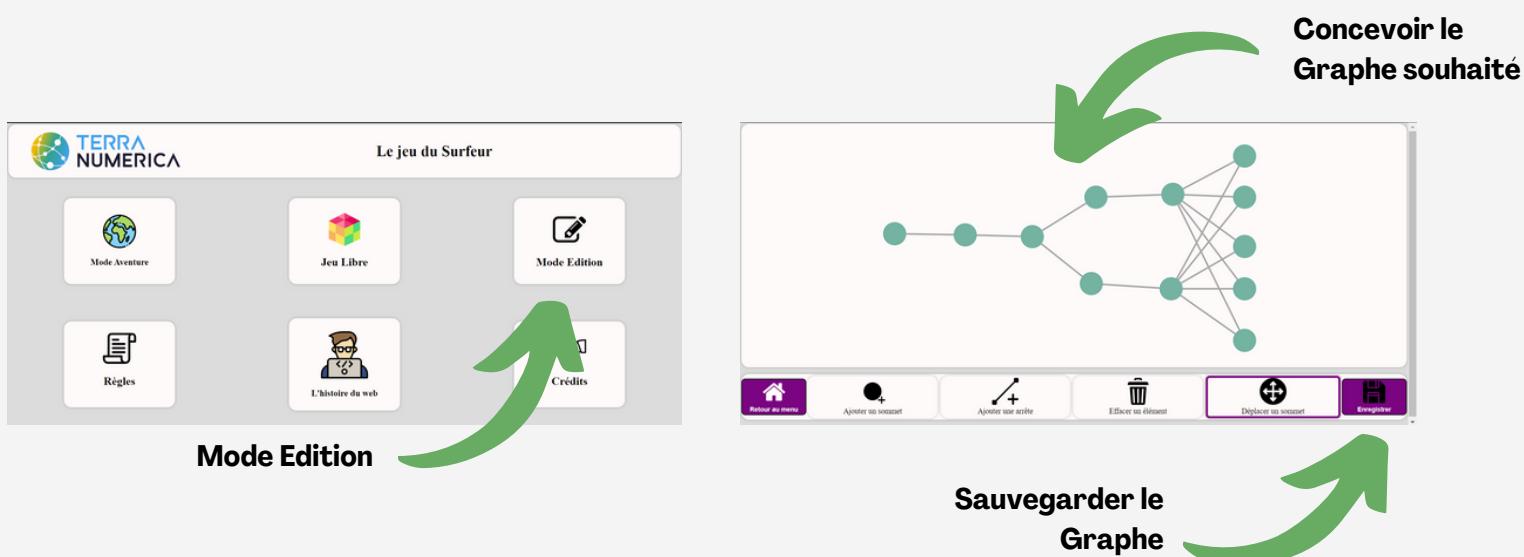
Pour l'utiliser, rendez vous maintenant dans le Mode Jeu Libre, et sélectionner le graphe souhaité. Pour faciliter leurs accès, vous pouvez enregistrer tous les graphes conçus dans un répertoire et y accéder facilement.

4

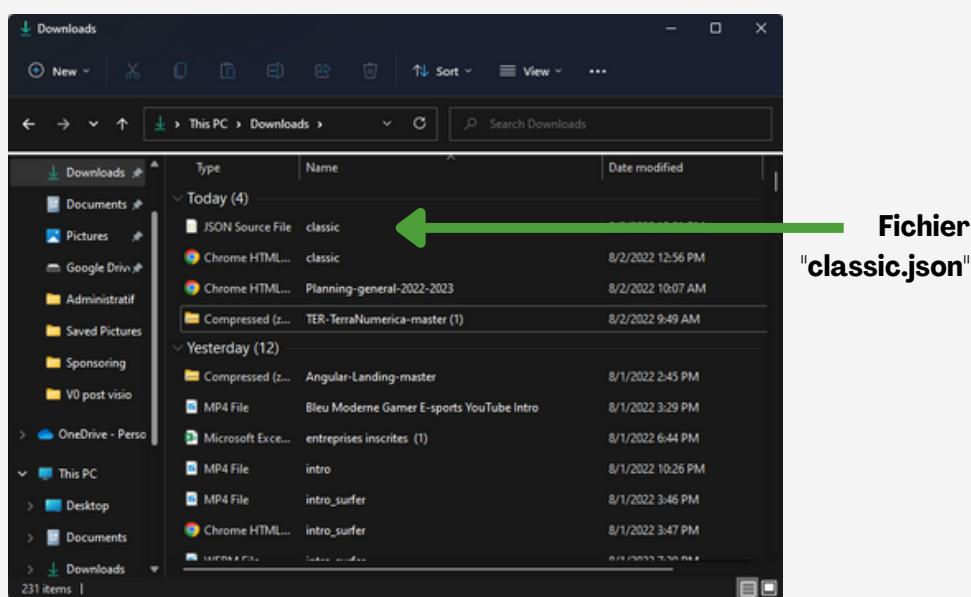
Méthode 2 : La méthode Graphique

L'objectif de cette manipulation va être de concevoir un icône d'affichage du nouveau graphe créé dans la page de configuration du Jeu Libre. De la même façon que pour la première méthode, la première étape consiste à concevoir son graphe dans le Mode Edition, puis de le sauvegarder dans son appareil.

Une fois le graphe créé, faites une capture d'écran du graphe, puis sauvegarder la, via les touches **Logo Windows + Maj + S** (cela va permettre de générer l'image d'affichage)



Une fois sauvegardé, votre graphe apparaît sous le nom donné dans vos téléchargements. C'est un fichier "nom".json



5

Méthode 2 : La méthode Graphique

Une fois le graphe créé, il va falloir créer l'image d'affichage du graphe en question.
Pour se faire, convertissez l'image .jpg capturé précédemment en image .svg (opter pour un convertisseur en ligne (<https://convertio.co/fr/jpg-svg/>)



Ensuite, renommer l'image téléchargée par le même nom que votre graphe : "nom".svg

Ouvrez ensuite votre éditeur de code (VS Code est vivement conseillé puisque le développement de l'application a été réalisé dessus).

Ouvrez le fichier code du jeu, puis allez dans **src>app>services>graph>graph.service.ts**

```
49 generateGraph(type: string, args: any[]) {
50   switch (type) {
51     case 'tree':
52       this._graph = this.generateTree(args[0], args[1]);
53       break;
54     case 'conf2':
55       this._graph = this.generateTree(args[0], 2);
56       break;
57     case 'conf3':
58       this._graph = this.generateTree(args[0], args[1]);
59       break;
60     case 'grid':
61       this._graph = this.generateGrid(args[0], args[1]);
62       break;
63     case 'tore':
64       this._graph = this.generateTore(args[0], args[1]);
65       break;
66     case 'cycle':
67       this._graph = this.generateCycle(args[0]);
68       break;
69     case 'tree':
70       this._graph = this.generateTree(args[0], args[1]);
71       break;
72     case 'rope':
73       this._graph = this.oneCopsGraph(args[0]);
74       break;
75     case 'petersen':
76       this._graph = this.generatePetersen();
77       break;
78     case 'dodecahedron':
79       this._graph = this.generateDodecahedron();
80     case 'classic':
81       this._graph = this.generateClassic();
82     default:
83       this._graph = this.generateFromFile(type);
84       break;
85   }
86   return this._graph;
}
```

A la ligne 49, rajouter une 'case' à la méthode generateGraph, juste avant 'default' :

case 'nom':
 this._graph = this.generateNom();
 break;

Recopier ce code et remplacer "nom" par le nom de votre Graph en conservant les majuscules

Méthode 2 : La méthode Graphique

Rendez vous ensuite à la ligne 420 et créer une nouvelle méthode en dessous de generateClassic() :

```
private async generateNom() {
    const blob = await this.downloadAssets('nom');
    const file = new File([blob], 'nom.json');
    /* console.log('FILE',file); */
    let g = this.loadGraphFromFile(file);
    this.g.param1 = -1;
    this.g.parma2 = -1;
    /* console.log('HERE'); */
    await g;
}
```

```
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429 private async generateClassic() {
    const blob = await this.downloadAssets('classic');
    const file = new File([blob], 'classic.json');
    /* console.log('FILE',file); */
    let g = this.loadGraphFromFile(file);
    this.g.param1 = -1;
    this.g.parma2 = -1;
    /* console.log('HERE'); */
    await g;
}
```

Allez ensuite dans le fichier **src>app>components>configuration-menu-components.ts**

Ligne 16, ajouter 'nom' à la liste "public configuration"

Ligne 18, ajouter un cas à configuration_param_boundaries avant "import" :

```
nom: {
    param1: { min: -1, max: -1 },
    param2: { min: -1, max: -1 }
},
```

```
47
48
49
50
51 classic: {
    param1: { min: -1, max: -1 },
    param2: { min: -1, max: -1 }
}, import
```

Ligne 187, ajouter un cas à la méthode getConfigurationName avant "import" :

```
case 'nom':
    return 'Nom';
```

```
205
206
207 case 'classic':
    return 'Classic';
default:
```

Méthode 2 : La méthode Graphique

Enfin, ligne 242, ajouter une condition au if de la méthode "selectGraphType(...)" :

&& type !== 'nom'

```
242 | selectGraphType(type: string) {
243 |   this.selected_configuration = type;
244 |   if(type !== 'import' && type !== 'dodecahedron' && type !== 'petersen' && type !== 'classic') {
245 |     this.graphImportation = false;
246 |     this.graphGeneration = true;
247 |     this.updateGraphParams();
248 |   }
249 |   this.updateParamsName();
250 }
```

Ajoutez ensuite les fichiers "nom.svg" et "nom.json" dans le répertoire asset des fichiers code du jeu : **src>assets**

Enfin, pensez à sauvegarder toutes les modifications que vous venez de réaliser sur les fichiers du jeu, puis lancer le terminal de VS Code (Ctrl + Maj + ù), et entrer les commandes suivantes :

npm install
npm run build

Une fois réalisée, le build va modifier le dossier dist où se trouve toutes les données du jeu.

Ensuite, modifier le fichier "index.html" se trouvant dans le dossier dist :

Ligne 6 :

Remplacer : <base href="/" par :
<base href="<http://www-sop.inria.fr/members/Yannis.Belkhiter/Websurfer/>">

Une fois cette modification faite, charger/remplacer l'ensemble des fichiers contenu dans dist sur le fichier Websurfer du serveur.

Les Stratégies de l'IA

Mode Jeu Libre

Retour Configuration de partie Règles Commencer

Choisissez un plateau

Arbre Cycle Grille Grille torique Graphes Cordaux Configuration inconnue

Dodecahédron Un arbre différent Choisissez un fichier... Importer un graphe

Choisissez votre type adversaire

Jouer contre un ordinateur Jouer à 2 joueurs

Choisissez votre camp

La Chèvre Le collecteur de choux

Choisissez la vitesse de récolte

Vitesse de récolte : 1

Choisissez le niveau de difficulté

Facile Normal Difficile Extrême

Home Replay

C'est au tour du collecteur de choux
Nombre de choux restant à collecter : 1

Valider le tour



**TERRA
NUMERICA**

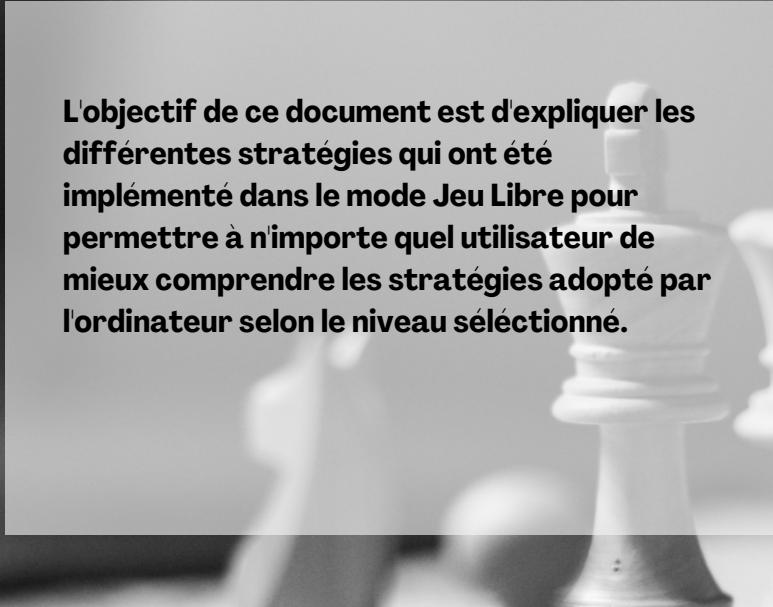
**LE JEU
DU SURFEUR**



Sommaire

3	Motivations
4	La Chèvre
5	Le collecteur de choux

Motivations



L'objectif de ce document est d'expliquer les différentes stratégies qui ont été implémenté dans le mode Jeu Libre pour permettre à n'importe quel utilisateur de mieux comprendre les stratégies adopté par l'ordinateur selon le niveau sélectionné.

Dans ce Protocole, nous allons expliciter chaque stratégies implémenté selon les types de joueurs et la difficulté du niveau.

La première partie sera consacrée à la présentation des stratégies de la chèvre.

La seconde partie explicitera les stratégies du collecteur de choux.

Stratégies de la Chèvre

Deux Stratégies sont implémentés pour la Chèvre :

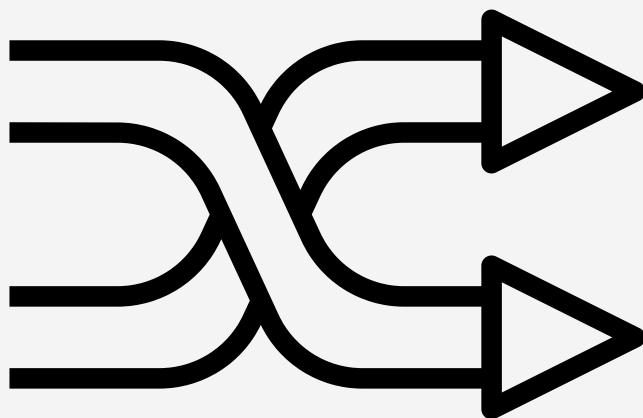
- Une stratégie **naïve** : Naive-goat (Niveau Facile)
- Une stratégie **gloutonne** : Glouton-goat (Niveau Normal, Difficile, Extreme)

Ces deux stratégies se résument de la manière suivante.

1 - Naive-goat

Cette stratégie est la plus intuitive qui soit et tend à modéliser la réalité de problème. Lorsqu'un utilisateur de navigateur web surfe sur internet, on ne sait pas forcément toujours prédire ses actions.

Par exemple, il peut chercher une information sur un site donné, fouiller quelques pages sur ce site web, puis revenir sur les résultats de liens web de son navigateur parce que le site qu'il vient de consulter ne correspond pas à sa recherche.



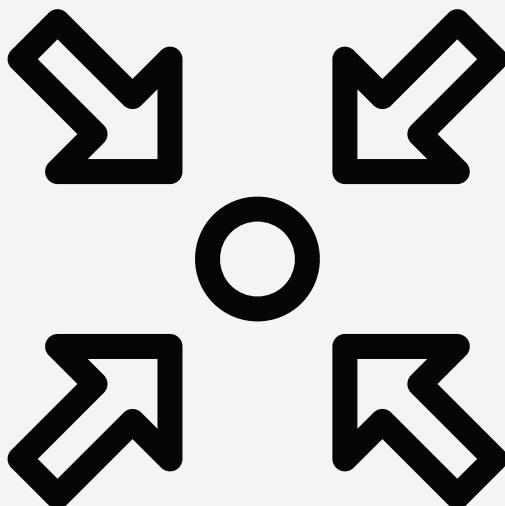
De fait, une marche aléatoire modélise bien cette observation. La première stratégie sélectionne donc aléatoirement un sommet parmi les voisins du noeud occupé par la chèvre.

Stratégies de la Chèvre

2 - Glouton-goat

Cette seconde stratégie est également assez intuitive mais vise plutôt à performer dans le jeu. Il modéliserait alors le "pire cas" de recherche internet, où un utilisateur prendrait un chemin qui demanderait au navigateur un effort pour charger des pages de manière optimal.

Dans cette stratégie, la chèvre adopte un chemin connexe (pas de retour en arrière), et se dirige vers **le sommet de plus haut degré** contenue dans le graphe. La méthode qui implémente cette stratégie ressort le sommet voisin contenu dans le plus court chemin vers le sommet de plus haut degré. En cas d'égalité sur les sommets, la méthode choisi le plus court chemin entre ceux menant vers les sommets de degré égaux.



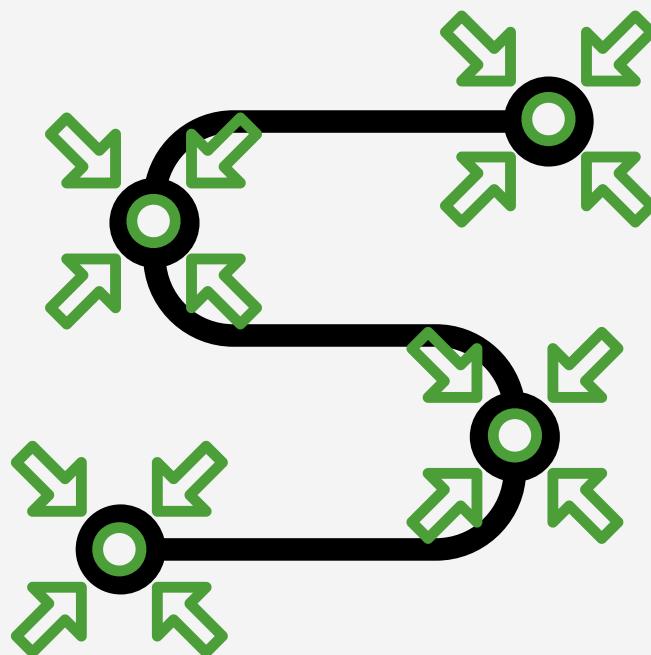
De fait, cette stratégie permettrait à la chèvre de se diriger vers des zones du graphe où elle pourrait accéder au plus de choux possible, et donc potentiellement gagner

Stratégies de la Chèvre

3 - Max-path-goat

Cette dernière stratégie semble être la plus optimale et vise encore une fois à performer dans le jeu. Il modélisera de la même façon le "pire cas" de recherche internet comme la stratégie précédente.

Dans cette stratégie, la chèvre adopte un chemin connexe (pas de retour en arrière), et se dirige vers **les chemins de plus haut degré** contenue dans le graphe. La méthode qui implémente cette stratégie ressort le sommet voisin contenu dans le chemin qui maximise la somme des "liens externes" des sommets qui le compose. Pour chaque chemin du graphe, on calcule la somme des liens de chaque sommet vers des noeuds extérieurs aux sommets du chemin. En cas d'égalité sur la somme, la méthode choisi le plus court des chemin, ce qui maximise la moyenne des liens externes de chaque sommets.



De fait, cette stratégie permettrait à la chèvre de s'engager dans les chemins où elle aura le plus de chance de manger un chou.

Stratégies du collecteur de Choux

Trois Stratégies sont implémentés pour la le Collecteur de Choux :

- Une stratégie **naïve** : Naive-cabbage (Niveau Facile)
- Une stratégie **semi-naïve** : Random-anticipation (Niveau Normal)
- Une stratégie d'**anticipation** : Max-deg-anticipation

Ces trois stratégies se résument de la façon suivante.

1 - Naive-cabbage

La première stratégie est relativement simple et très naïve.

Parmis tous les choux sur le plateau, la méthode en sélectionne aléatoirement autant que la vitesse de récolte du collecteur.



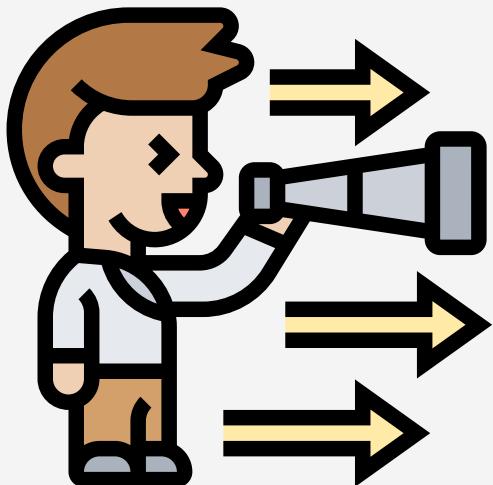
Cette stratégie n'est pas du tout efficace puisqu'elle peut permettre à la chèvre de gagner du premier coup (si le collecteur de choux laisse des choux sur les sommets voisins de la chèvre).

Stratégies du collecteur de Choux

2 - Random-anticipation

Cette seconde stratégie est relativement intuitive. Elle permet de façon aléatoire d'anticiper le parcours du graphe par la chèvre en s'attaquant aux noeuds situées en profondeur.

La méthode qui implémente cette stratégie s'occupe d'abord de retirer les choux voisins de la chèvre, puis choisi aléatoirement des choux situés à une distance d'au moins 2 arrêtes de la chèvre pour compléter l'ensemble des choux à récolter pour son tour.



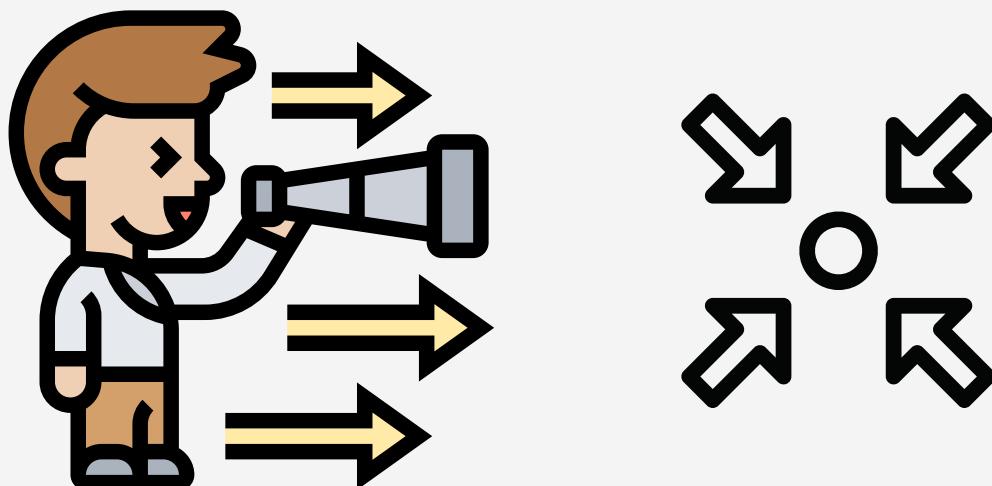
Cette stratégie est efficace tant que la chèvre ne tombe pas sur un sommet de degré supérieur à la vitesse de récolte du collecteur de choux.

Stratégies du collecteur de Choux

3 - Max-deg-anticipation

Cette dernière stratégie est relativement intuitive également. Elle permet d'anticiper le parcours du graphe par la chèvre en s'attaquant aux noeuds de plus haut degrées situées en profondeur.

La méthode qui implémente cette stratégie s'occupe d'abord de retirer les choux voisins de la chèvre, puis choisi aléatoirement les voisins des choux situés sur le sommet de plus haut degré.



Cette stratégie est efficace tant que la chèvre ne tombe pas sur un sommet de degré supérieur à la vitesse de récolte du collecteur de choux.

Synthèse

En 2014, Nicolas Nisse et l'équipe COATI de l'INRIA Sophia Antipolis Méditerranée ont publié un article apportant des résultats sur le problème des préchargements de données (pour les navigateurs web par exemple). La vulgarisation scientifique est une mission commune à l'INRIA et Terra Numerica. Mon stage s'inscrit donc pleinement dans l'accomplissement de cet objectif de médiation scientifique.

Ce stage assistant-ingénieur fût très important pour moi puisqu'il constitue ma première expérience professionnelle en tant qu'élève-ingénieur, dans un milieu de recherche en informatique.

Pendant ces 5 semaines j'ai intégré l'équipe de recherche COATI spécialisée en théorie des graphes. Au cours de mon projet de "création d'une application de jeu dans les graphes" j'ai pu interagir avec les chercheurs du laboratoire . J'ai également découvert tout un aspect du travail en entreprise : la gestion de projets et le travail quotidien des chercheurs, et des ingénieurs.

Cette expérience m'a énormément appris sur l'importance de la communication et des relations humaines au sein d'une équipe. Il m'a fallu développer cette compétence au cours de ce stage.

Abstract

In 2014, Nicolas Nisse and the COATI team of INRIA Sophia Antipolis Méditerranée published an article bringing results on the problem of data preloading (for web browsers for example). Scientific popularization is a common mission of INRIA and Terra Numerica. My internship is therefore fully in line with this objective of scientific mediation.

This assistant-engineer internship was very important for me because it was my first professional experience as a student-engineer in a computer science research environment.

During these 5 weeks I integrated the COATI research team specialized in graph theory.

During my project of "creation of a game application in graphs" I could interact with the researchers of the laboratory. I also discovered a whole aspect of working in a company: project management and the daily work of researchers and engineers.

This experience taught me a lot about the importance of communication and human relations within a team. I had to develop this skill during this internship.