

# Data Science en R/Python au Centre de Services des Données

NOM Prénom :  
FRANK Shir

Branche :  
ISI - VDC

Responsable Pédagogique :  
MATTA Nada

Semestre :  
Printemps 2023

## Résumé (150 mots)

Mon stage s'est déroulé au sein de la Deutsche Bundesbank en tant que Data Scientist dans le centre de service des données.

Mes missions ont consisté à analyser et exploiter de gros volumes de données avec Python et R afin d'en ressortir une valeur spécifique, qu'elle concerne l'optimisation du workflow ou l'augmentation de la qualité des données. La collecte de données faisait aussi partie intégrante du stage. Les différents projets concernaient les tâches suivantes :

- Crawling des résultats de recherche Google
- Comparaison de gros jeux de données et optimisation
- Analyses de gros jeux de données
- Génération automatisée d'un rapport de données
- Travail avec ChatGPT et optimisation de l'input

L'enjeu est de valoriser au maximum les données du service en en générant de nouvelles qui soient compréhensibles et utilisables par les différents corps de métier présents à la Bundesbank.

**Entreprise : Deutsche Bundesbank**

**Lieu :** *Mainzer Landstraße 16, 60325  
Frankfort-sur-le-Main, Allemagne*

**Responsable : Stefan BENDER**

**Mots clés (cf Thésaurus) :**

- Mise en place, mise en oeuvre
- Services des organismes financiers
- Informatique
- Analyse des données - Logiciels



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Yvan, le responsable de l'association, ainsi que l'équipe RH de Gaea21 pour m'avoir recrutée au sein de l'association, et en particulier Charlotte Boll, ma coach RH, pour sa gentillesse, sa bonne humeur et son perfectionnisme.

Merci aussi à Alexandre Nguyen et Jonathan Capitao, mes tuteurs, pour leur aide quotidienne dans les tâches que je devais réaliser.

Sans oublier mon équipe de développeurs du Répertoire Vert, avec qui la cohésion était présente et qui étaient motivés pour atteindre nos objectifs, et mes autres collègues toujours là pour aider.

# Table des matières

## Remerciements

## Introduction 1

## I Sujet et place dans le service 2

A	Sujet . . . . .	2
A.1	Sujet défini avant mon arrivée . . . . .	2
A.2	Sujet réel . . . . .	2
B	Fonction occupée dans le service . . . . .	3

## II Explication des projets 4

A	Projet Gaia . . . . .	4
B	Projet ESCB Exchange . . . . .	6
C	Projet CSDB . . . . .	7
D	Projet NFiG . . . . .	8
E	Projet de recherche NLP . . . . .	9

## III Déroulement du travail 11

A	Méthodologie et Organisation . . . . .	11
B	Application de la méthode et Résultats . . . . .	12
B.1	Projet Gaia . . . . .	12
B.2	Projet ESCB Exchange . . . . .	18
B.3	Projet CSDB . . . . .	20
B.4	Projet NFiG . . . . .	21
B.5	Projet de recherche NLP . . . . .	21
C	Planning général suivi . . . . .	21

## Conclusion 22

## Bibliographie

## Table des figures

# Introduction

La Deutsche Bundesbank est la banque centrale de la République fédérale d'Allemagne. Son rôle principal est de maintenir la stabilité des prix et la valeur de l'euro. Elle est également chargée de superviser les banques et les institutions financières en Allemagne, d'assurer la sécurité et l'efficacité des paiements et des opérations financières, de gérer les réserves de change du pays, et de participer à la formulation et à la mise en œuvre de la politique monétaire européenne en tant que membre de l'Eurosystème.

Elle est donc importante au niveau national, mais également international :

- Elle est membre de la Banque des règlements internationaux (BRI) et participe activement aux forums internationaux tels que le G20 et le Fonds monétaire international (FMI).
- Au niveau européen, elle est un membre important de la Banque centrale européenne (BCE) et joue un rôle clé dans la mise en œuvre de la politique monétaire de la zone euro.

La banque compte 30 filiales, comptant la centrale et les antennes régionales. Ces dernières mettent en œuvre les missions de la banque centrale allemande au niveau régional et sont responsables de la coordination avec les acteurs économiques locaux et les autorités régionales pour favoriser le développement économique régional.

Mon stage s'est déroulé à la Bundesbank Zentrale à Francfort-sur-le-Main, le siège principal de la banque. Il est le centre décisionnel et opérationnel de la banque et coordonne les activités des filiales régionales.

Je travaille dans le département DSZ (Datenservicezentrum) faisant partie du département Statistique, et dirigé par Stefan Bender. Son rôle est de fournir un accès aux données statistiques produites par la Bundesbank, ainsi qu'à d'autres sources de données pertinentes pour la politique monétaire et la supervision bancaire.

Plus spécifiquement, la DSZ offre les services suivants :

- Collecte et traitement des données provenant de différentes sources (banques centrales, agences gouvernementales et organisations internationales)
- Diffusion des données sous forme de tableaux, graphiques, rapports et bases de données interactives, accessibles aux décideurs politiques, chercheurs et analystes.

Il est composé de plusieurs sous-unités :

- DSZ 10 et 20 pour la recherche qui utilisent les données collectées par les autres sous-unités
- DSZ 30 chargé des tâches de traitement de données avec Machine-Learning, Data Engineering et la mise en place de la plateforme de données interne
- DSZ 40 pour la collecte de données
- DSZ 1 (Sustainable Finance Data Hub) travaille en étroite collaboration avec la DSZ 40

Plus précisément dans la DSZ, je fais donc partie de l'équipe du Sustainable Finance Data Hub (SFDH), une unité spécialisée qui collecte et enrichit les données liées au climat pour soutenir la prise de décision optimale en matière de changement climatique. Il fournit

un point d'accès central aux données, répond aux questions méthodologiques et prend part à des projets de génération de données innovants.

# I Sujet et place dans le service

## A Sujet

### A.1 Sujet défini avant mon arrivée

Avant le début de mon stage, il était prévu que je travaille sur un projet innovant visant à développer une preuve de concept pour extraire des informations numériques sur les émissions de carbone à partir de rapports de durabilité en pdf. Pour ce faire, nous devions utiliser des technique de Natural Language Processing en python.

Le soutien aux tâches en cours afin de connaître toutes les fonctions clés de l'équipe faisait également partie intégrante du stage. Cela aurait pu inclure la documentation des données, la liaison et la comparaison des ensembles de données pour la gestion de la qualité des données et la participation aux groupes de travail internes et externes.

### A.2 Sujet réel

Mes tâches en réalité étaient plus variées et sur divers projets :

- Crawling de résultats de recherche Google pour récupérer les rapports de durabilité des entreprises, et extraction d'informations des PDF
- Optimisation de code Python pour la comparaison de gros jeux de données
- Rapprochement de jeux de données provenant de différentes sources avec R (analyses)
- Génération automatisée d'un rapport à partir de résultats stockés dans un fichier csv
- Projet de recherche NLP pour trouver quels datasets et méthodologies sont utilisé(e)s dans quels papiers de recherche

## B Fonction occupée dans le service

Ma fonction dans le SFDH, et plus généralement dans la DSZ était celle de stagiaire Data Scientist, aux côtés d'un autre stagiaire occupant exactement la même fonction. Comme détaillé dans le sujet, des tâches diverses en rapport avec les données m'ont été assignées sur de nombreux projets.

Le point commun entre toutes mes tâches était qu'à partir d'un gros volume de données, je devais en créer de nouvelles qui soient utilisables pour le but souhaité et compréhensibles par les différents corps de métier présents à la Bundesbank. Autrement dit, il s'agissait de tâches de valorisation des données. Pour cela, je passais par diverses méthodes de traitement de données à l'aide de Python ou R. J'ai parfois effectué le travail de collecte de données, notamment pour le projet GAIA (crawling).

Les projets ne se restreignaient pas au SFDH, ils concernaient aussi (et pour la plupart) d'autres services de la DSZ, notamment ceux dans la recherche : Certaines tâches m'ont alors été attribuées non pas par mon tuteur, mais par d'autres collègues d'autres services.

## II Explication des projets

### A Projet Gaia

#### Contexte

Le projet GAIA vise à simplifier l'utilisation des rapports de durabilité des entreprises grâce à une plateforme centralisée et à faciliter la recherche en réduisant les efforts manuels. Il cherche également à créer une référence fiable pour les informations liées au climat.

Ce projet a été lancé par la Deutsche Bundesbank en réponse à la prise de conscience croissante de l'importance de la finance durable. En effet, des risques financiers en découlent, et il faut donc en avoir conscience et savoir les gérer.

La motivation derrière le projet GAIA est de fournir aux investisseurs et aux décideurs des informations fiables et cohérentes sur la durabilité des investissements. Il s'agit de donner aux investisseurs les moyens de prendre des décisions d'investissement plus éclairées et de mieux comprendre les risques et les opportunités associés aux investissements durables.

La Bundesbank a également pour objectif de promouvoir la stabilité financière en intégrant les risques liés au changement climatique dans ses analyses et en encourageant les investisseurs à intégrer ces risques dans leur propre prise de décision.

L'équipe du projet est composée de membres de la Bundesbank bien sûr, mais se fait surtout en collaboration avec d'autres banques internationales (Banque d'Espagne, Banque Centrale Européenne, etc...).

Concrètement, le projet consiste tout d'abord à récupérer les rapports de durabilité des entreprises, disponibles publiquement en ligne. Ensuite, le texte et les tableaux / graphiques sont extraits, et les données d'empreinte carbone des entreprises (Scope 1, 2, 3) sont extraites à l'aide de Natural Language Processing (NLP).





FIGURE 1 – Mock-up de la plateforme Gaia

## Antécédents

Mises à part les spécifications et objectifs de la plateforme qui étaient déjà clairs, rien n'avait été concrètement commencé avant mon arrivée.

## Objectif visé

Le but est de présenter une preuve de concept du projet.

Mon principal objectif était donc de développer un crawler qui parcourerait les résultats de recherche Google pour les rapports de durabilité des entreprises majeures dans le monde. Les PDFs trouvés doivent ensuite être téléchargés. Parallèlement, les PDFs/liens trouvés doivent être classés, selon s'ils sont justes ou faux pour une requête donnée. Une fois que cela serait fait, je devrais présenter mes résultats à l'équipe du projet.

## B Projet ESCB Exchange

### Contexte

ESCB signifie Eurosystem/European System of Central Banks. Cela se réfère au système européen de banques centrales. L'Eurosystem est composé de la Banque centrale européenne (BCE) et des banques centrales nationales des pays de la zone euro.

L'ESCB Exchange est un forum permettant aux banques centrales de collaborer autour de données climatiques communes. Ce forum favorise l'échange de connaissances, de code et d'applications pour améliorer la valeur analytique des données climatiques utilisées. Chaque banque centrale désigne jusqu'à 2 experts en données climatiques pour participer au forum. Les rencontres du forum ont lieu chaque mois, et des groupes volontaires et agiles pilotent les sujets d'intérêt commun. L'initiative encourage l'échange sur le nettoyage des données, le partage de code et les leçons apprises concernant les données climatiques granulaires (des entreprises).

L'un des sujets abordés lors des forums est notamment le rapprochement de données sur les émissions carbone, censées être identiques mais provenant de différentes sources. En effet, les banques collectent ces données et les utilisent pour des recherches. Il est donc primordial de choisir la meilleure source de données climatiques. Ma mission portait exactement là-dessus.

### Antécédents

Concernant le rapprochement de données provenant de différentes sources, un code d'analyses de données en R ainsi qu'une présentation présentant la comparaison avaient déjà été faits. La comparaison concernait les sources ISS et Carbon 4 Finance pour les données de 2020, tous deux fournisseurs de données.

### Objectif visé

Ma mission consistait en la même analyse que celle faite précédemment, sauf qu'au lieu de faire une analyse bilatérale, je devais en faire une trilatérale en ajoutant aux sources précédentes celle de TRUCOST. Le Powerpoint associé devait également être fait en aval.



FIGURE 2 – Logos des sources de données à rapprocher

## C Projet CSDB

### Contexte

CSDB signifie "Central Securities Database". Il s'agit d'une base de données centrale des titres en Allemagne, utilisée pour la surveillance des marchés financiers, le suivi des transactions de titres et la facilitation des processus de règlement-livraison. Au sein de la DSZ, les chercheurs utilisent cette base de données.

Les datasets sont sous la forme de fichiers CSV et il y en a 1 pour chaque mois de chaque année depuis 2009. Tous les mois environ, une nouvelle version d'un ou plusieurs de ces datasets peut parfois être générée, avec des nouvelles colonnes, nouvelles valeurs, etc... Autrement dit, une nouvelle version du dataset de 2022-04 (différente de l'original) peut être créée en Avril 2023.

Pour chaque dataset, 4 variantes doivent être générées : En effet, des normes existent, et chaque groupe de chercheurs possède des droits de lecture différents sur les colonnes du dataset. Par conséquent, chaque variante possède le même contenu dans ses colonnes, mais les colonnes présentes sont différentes. Et cela doit être fait dès qu'une nouvelle version d'un dataset existe. Or, chaque dataset fait plusieurs Go, et actuellement, cette génération des 4 variantes ainsi que la comparaison de chaque nouveau dataset avec sa version originale prend 1 semaine.

Quand la procédure doit être répétée tous les mois, cette solution n'est pas viable telle quelle et doit être optimisée.

### Antécédents

La situation à mon arrivée était la suivante :

Les nouvelles et les anciennes versions du "même" ensemble de données (par exemple les données 2009-04) étaient comparées après la génération des 4 ensembles de données. Cela engendre beaucoup d'effort et de temps de calcul évitable.

Les fichiers csv ont été compressés afin de tenter une baisse du temps, ce qui a effectivement beaucoup accéléré le temps de lecture des csv. Cependant le temps de compression semblait fortement ralentir le processus.

La comparaison des datasets comportait trop d'informations (moyenne, médiane de chaque colonne des datasets, et bien d'autres valeurs statistiques), ce qui utilisait très certainement du temps supplémentaire inutile, quand seulement un très bref résultat était attendu.

### Objectif visé

Afin de pouvoir générer les 4 versions de datasets uniquement sur les versions modifiées des jeux de données de la même période, la comparaison doit être réalisée en amont. De plus, elle doit être optimisée et n'indiquer à la fin que si les datasets sont identiques ou non, et sinon montrer les différences. L'idée est aussi d'analyser les résultats de la méthode de comparaison choisie, par exemple en cas de valeur exacte mais format différent, ou en

cas de colonnes présentes que dans l'un des deux datasets.

## D Projet NFiG

### Contexte

NFiG signifie "pour usage interne seulement" (Nur für internen Gebrauch) et concerne les données des chercheurs du département. Ces derniers utilisent Stata, un logiciel de statistiques pour générer des graphiques ou effectuer différentes analyses. Lorsque ces graphiques doivent être publiés, ils doivent être adaptés de manière à ne plus être confidentiels.

Par conséquent, chaque graphique doit être retrouvé dans le code qui l'a généré, ce qui implique de connaître le fichier stata et la ligne à laquelle l'output est généré.

Le but est donc de retrouver automatiquement où est créé chaque graphe dans le code, ou de manière plus générale, de faciliter leur "traçage". Or, les exportations peuvent être générées par des boucles, ce qui rend la recherche des noms de fichiers difficile.

### Antécédents

Un code python avait déjà été écrit pour tenter d'automatiser cette recherche, mais n'a pas vraiment réussi. Des rapports Excel ont été faits à la main afin de recenser quel graphique ou autre fichier output a été généré dans quel fichier de code / fichier log et à quelle ligne.

### Objectif visé

La 1ère tâche qui nous avait été donnée était une première lecture et compréhension du code déjà fait pour rechercher les citations de fichiers générés.

Puis la seconde consistait en la génération automatique d'un rapport en markdown grâce à Python, à partir des fichiers Excel remplis manuellement.

Plus de tâches auraient pu m'être données, mais nous avons préféré avec l'autre stagiaire nous concentrer sur d'autres projets. Il était en effet assez difficile de comprendre la personne en charge de ce projet lorsqu'une nouvelle étape devait être commencée, celle-ci expliquant de manière très abstraite sans montrer concrètement de quoi il s'agit. Nous avons de plus le choix de travailler sur bien d'autres projets aussi intéressants.

## E Projet de recherche NLP

### Contexte

Ce projet fait l'objet d'un papier de recherche appelé "Exploiter les grands modèles linguistiques pour extraire les citations de jeux de données et de méthodologies".

Il est utile pour les chercheurs de la Bundesbank de voir facilement quels datasets et méthodologies sont utilisés dans quels papiers de recherche déjà produits. En effet, il sera ensuite plus facile pour eux de déterminer quels datasets et méthodologies sont les plus adaptés pour leur recherche.

Concrètement cela se traduirait par un système de recommandation orienté utilisateur : "Les chercheurs comme vous ont utilisé tels datasets et telles méthodologies" ou encore "Vous avez utilisé tel dataset, celui-ci pourrait aussi vous intéresser".

Cela permettrait également d'identifier quels datasets ont débouché sur des résultats de qualité et de manière plus générale, quels datasets sont disponibles pour la communauté de recherche. Cela confère plus de valeur aux datasets, à savoir des informations de contexte : Comment les datasets sont-ils utilisés, quelles analyses permettent-ils, etc. . .

Cela peut aussi permettre d'améliorer les services de la DSZ, qui pourra ainsi proposer des jeux de données plus spécialement adaptés aux besoins des chercheurs.

### Antécédents

Cette idée de recherche et sa valeur ajoutée, ainsi que les observations retirées, avaient déjà été documentées dans un livre écrit par les data scientists et chercheurs du département, portant sur les données dans les papiers de recherche. Les leçons tirées regroupent entre autres :

- Les datasets ayant un même nom dans le papier de recherche peuvent référer à des datasets en réalité différents
- Les datasets mentionnés peuvent se référer à des datasets utilisés dans les recherche, mais aussi simplement cités

Ces leçons soulignent la complexité du problème à résoudre.

L'idée est d'utiliser un Large Language Model (LLM) déjà existant de manière à ce qu'il nous donne directement la liste des Datasets / méthodologies mentionnées. Le LLM utilisé serait par exemple ChatGPT, pour des résultats optimaux. 2 schémas pour la potentielle procédure à suivre ont été faits par un collègue :

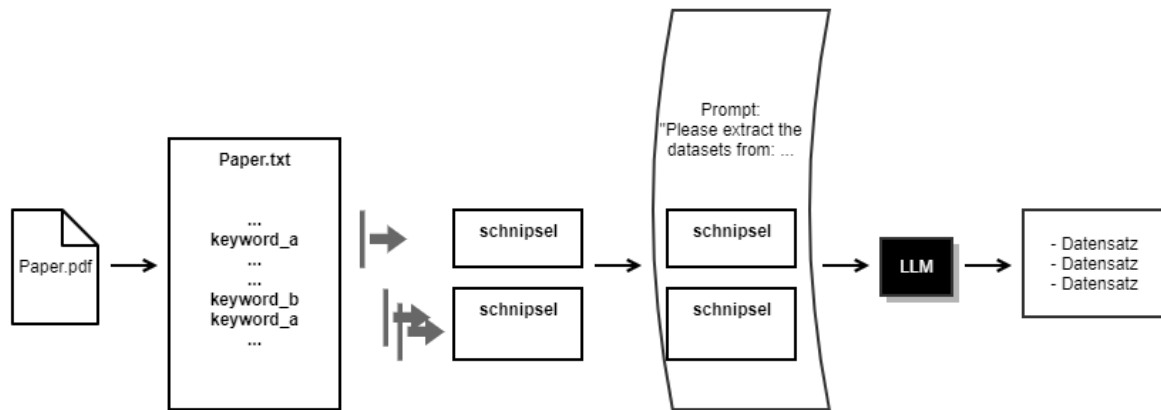


FIGURE 3 – Prototype A du projet de recherche

La 1ère idée serait donc de découper les papiers en différents paragraphes, et de demander à ChatGPT de directement donner la liste des Datasets / Méthodologies contenues dans chaque paragraphe.

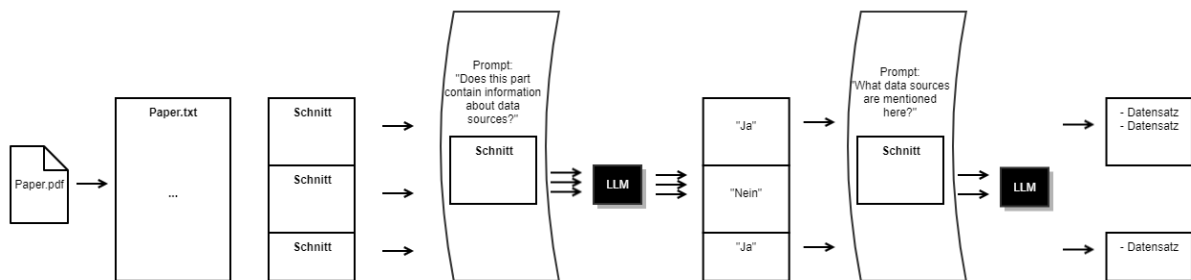


FIGURE 4 – Prototype B

Cette 2ème idée est un peu plus prudente et procède en 2 temps : 1- Demander si qqchse d'intéressant est contenu dans l'extrait 2- Si oui, demander quoi exactement.

Cela pourrait être répété soit avec chaque phrase individuelle, soit avec des extraits plus grands.

## Objectif visé

L'objectif est donc à la fin de réaliser un papier de recherche faisant part de cette expérimentation. Il s'agit avant tout de savoir utiliser ChatGPT, de savoir lui donner le contexte adapté afin qu'il rende le résultat le plus juste possible.

Concrètement, il faudrait idéalement que Le LLM nous donne la liste exacte de tous les Datasets et Méthodologies utilisés, et qu'il sache reconnaître à quel dataset il est fait référence, même lorsqu'il n'est pas directement mentionné dans un certain extrait, mais qu'il l'a été précédemment. Ex : "La 1ère vague de données" -> Bonne réponse = la 1ere vague du Dataset X.

## III Déroulement du travail

### A Méthodologie et Organisation

Durant toute la durée du stage, il y avait un suivi régulier, permettant une gestion de projet selon la méthode agile.

Chaque jour, une réunion d'alignement de 30 min s'appelant "Jour Fixe" avec mon équipe (dont mon tuteur), le SFDH, avait lieu. Cela permettait à chaque membre de tenir les autres au courant de ce qu'il a fait la veille et de se faire aider par l'équipe en cas de questions.

Au début de chaque mois se déroulait additionnellement le Jour Fixe avec Stefan Bender, le responsable du département DSZ, afin d'aborder des points organisationnels et le tenir au courant du travail général de l'équipe du SFDH.

Un Jour Fixe DSZ se tenait tous les 3èmes mercredis du mois, avec l'ensemble du département, pour un alignement général des différents sous-départements.

Au milieu du stage, un "Feedback Call" avec mon tuteur était l'occasion de partager mon ressenti sur le stage, ce que je voulais faire pendant les mois restants, si les projets précédents m'avaient plu, etc... Cela permettait aussi à mon tuteur de me donner son avis sur mon travail, et d'éventuellement m'indiquer les points à améliorer.

Comme le travail avait lieu en hybride, toutes les réunions se faisaient en visio via Webex. J'ai d'ailleurs bénéficié d'un ordinateur portable afin de pouvoir faire du télétravail plusieurs jours par semaine. La communication avec les membres de la Bundesbank se faisait alors via la messagerie Jabber et par mail.

Au niveau de l'organisation concernant purement mes tâches, le travail m'était toujours donné tâche par tâche, ce qui me permettait de ne pas être débordée et d'être aussi plus efficace. De plus, cela encourage des réunions fréquentes et ainsi une gestion de projet agile.

Dès qu'une tâche était terminée, j'organisais une réunion d'avancement avec les personnes concernées pour avoir leur feedback ainsi que de nouvelles tâches.

### Sécurité informatique

S'agissant d'une grande banque centrale, la sécurité est bien sûr prioritaire. Les ordinateurs ne peuvent être connectés à internet seulement lorsqu'ils sont connectés au réseau de la Banque (directement ou par VPN), et seuls certains sites sont autorisés.

La Banque possède un serveur interne dans lequel tous les dossiers et fichiers sont partagés. Chaque dossier est protégé et n'est accessible qu'à certains groupes.

Si un nouveau logiciel a besoin d'être installé, il doit être commandé via la plateforme Servity, puis l'installation doit être déclenchée par le service IT. De même pour certains accès, notamment pour Gitlab ou Python, qui sont à demander sur la plateforme BIAM.

La mise en place de Python comprend notamment la création d'environnements virtuels pour chaque projet, afin d'éviter des problèmes aux changements de version de Python.

Heureusement, tout cela est très bien guidé sur Confluence, une plateforme de documentation partagée, où sont notamment disponibles des guides pour la mise en place de Python sur les machines de la banque. Elle est également utilisée pour documenter certains projets avec l'état des lieux actuel, les recherches déjà effectuées, les étapes suivantes, etc...

## B Application de la méthode et Résultats

### B.1 Projet Gaia

La toute première étape du projet était de participer à une réunion avec Manuel Fangmann, un membre du pôle Innovation de la Bundesbank, qui participait activement au projet durant l'ensemble de mon stage. Le projet m'a donc été présenté et ma 1ère mission attribuée : Ecrire un code python qui parcourt les résultats Google avec comme entrée `'companyName + "sustainability reports" + year + ".pdf"` et télécharger tous les pdf.

La liste d'entreprise est dans un premier temps celle du DAX40, qui réunit les 30 plus grandes entreprises cotées à la Bourse de Francfort. J'ai décidé de tester la recherche avec une liste d'années allant de 2017 à 2022.

Il m'a été demandé de travailler sur mon ordinateur personnel pour ce projet, car étant donné que l'accès à la quasi-totalité des sites est bloqué sur les machines de la banque, il serait compliqué de télécharger les pdfs depuis ces sites.

En 2 jours, j'ai donc implémenté le Google Crawler à l'aide du package `requests-html`, et téléchargé les pdfs les plus pertinents, mais les résultats n'étaient pas des meilleurs. En effet, les résultats de recherche n'incluaient pas que des pdfs, et ceux trouvés n'étaient donc parfois pas les plus pertinents.

J'ai ensuite tenté de récupérer les titres des PDFs ou des liens tels qu'ils sont indiqués pour les utilisateurs afin de pouvoir y lire le nom de l'entreprise et l'année, mais je n'ai pas réussi et cette entreprise était dans tous les cas inutile, puisque ces informations pouvaient souvent se trouver directement dans le lien.

Dans ma recherche d'amélioration, j'ai trouvé un package donnant des résultats plus pertinents : Beautiful Soup. J'ai également mis en place un comptage des liens "douteux", c'est-à-dire ceux ne contenant ni le nom de la bonne entreprise, ni l'année. Les différents liens sont désormais triés à la volée selon s'ils sont douteux ou non, et ces 2 listes ensuite sauvegardés dans le fichier json correspondant.

Après la 1ère réunion d'avancement, j'ai mis en place beaucoup d'améliorations à mon code :

- Calcul du pourcentage de pdfs justes trouvés par an
- Amélioration du tri des pdfs trouvés/non trouvés : Désormais, un pdf est défini comme douteux s'il ne contient pas l'année ET/OU pas le nom de l'entreprise, et non pas uniquement si aucun des deux n'est présent.
- Ajout d'un opérateur de recherche avancée pour n'obtenir que les liens qui menant à un pdf (filetype :pdf) (-> il n'y a donc plus de rapports "not found", seulement



des pdfs douteux)

- Parfois, seuls les 2 derniers chiffres de l'année sont notés dans le lien, ou encore l'une des deux parties du nom de la société (Ex : "Telekom" dans "Deutsche Telekom"), j'en ai donc tenu compte
- Un problème qui revenait assez fréquemment était que la bonne année pouvait être présente dans le lien, mais que dans le nom du fichier, une autre année était indiquée. Afin de passer en priorité l'année présente dans le nom du fichier, j'ai simplement vérifié que l'année était inscrite précisément à cet endroit, sans inspecter le reste du lien.
- les PDFs ne peuvent être définis comme trouvés uniquement si le lien contient le terme "Report"

La principale difficulté lors de la mise en place de ces améliorations était la gestion d'une condition très longue pour la définition d'un lien "non trouvé", qui est d'autant plus négative, avec à la fois des OR et AND. J'ai finalement simplifié le raisonnement en faisant un condition positive pour les liens "trouvés".

Pour anticiper la suite du projet avec l'étape de Text Mining des PDFs, il m'a été demandé de tester l'extraction de textes et d'images des PDFs, ce que j'ai réussi sans difficulté avec le package Fitz.

Concernant le téléchargement des PDFs, j'avais des difficultés à tous les télécharger, certains sites bloquant les requêtes lorsqu'elles sont détectées comme étant automatisées. Cela se traduisait soit par une requête n'aboutissant jamais mais sans erreur, soit par un code de réponse "403-Forbidden". Un autre cas d'impossibilité du téléchargement est lorsque les rapports sont incorporés à la page web, avec un "viewer intégré", ou encore lorsque le pdf n'est plus disponible sur la page en question.

J'ai pu résoudre le cas de requête infinie grâce à une liste de "User Agents" qui seraient choisis à chaque fois aléatoirement pour être inclus dans le header de la requête. L'erreur 403 n'était en revanche pas solvable, même en tentant avec un Pool de Proxys.

Lors d'une réunion suivante, l'idée de lire les PDFs afin de mieux les classer a été suggérée. Je me suis donc attelée à cette tâche et ai extrait le texte des 3 premières pages des rapports dont le lien est douteux afin d'y chercher l'année, le nom de l'entreprise (ou partie du nom) et le terme "Sustainable Report" ou un dérivé. Le lien était donc reclassé en conséquence.

Cela a considérablement amélioré les résultats, car ne considérer que le lien était très réducteur, et beaucoup de rapports douteux étaient en réalité justes. Mais seules les 3 premières pages étaient optimales à lire, car après une autre année pouvait apparaître, bien qu'il s'agissait du rapport d'une autre année, faussant les résultats. Lire moins de 3 pages était en revanche trop peu pour trouver toutes les informations requises.

Cette lecture de PDFs n'a cependant pas résolu tous les problèmes, bien qu'ils soient rares :

- Le nom de l'entreprise ou même l'année ne sont parfois inscrits que sous forme d'image, non reconnue dans l'extraction de texte.

- L'année recherchée peut être écrite au début du rapport sans qu'il ne s'agisse du rapport de cette année-là. Celui-ci est donc noté comme trouvé alors qu'il est faux.

Après la prochaine réunion est venue l'étape de Refactoring du code, afin de 1-Rendre le code qui devenait de plus en plus fourni, plus lisible. 2- Rendre les différentes étapes indépendantes les unes des autres.

Mon code pouvait être découpé en 5 parties : Préparation de la liste d'entreprises, Crawling (=recherche des liens), Téléchargement des pdfs, Lecture des fichiers, et écriture des statistiques finales des résultats trouvés. Il y a donc 1 fichier par étape, en plus du Main qui les appelle toutes.

Pour que toutes ces étapes soient plus indépendantes les unes des autres, il fallait que le tri des liens se fasse en deux temps : une première fois en même temps que le crawling, et une deuxième fois après la lecture automatique des rapports douteux. J'ai donc 4 fichiers de résultats où se trouvent les différentes listes des liens obtenus pour chaque requête : found-list et doubt-list avant le téléchargement, et de même après le téléchargement. Le fichier found-list après téléchargement est composé de la copie de la 1ère found-list, mais avec en plus de nouveaux liens qui étaient au départ douteux.

La procédure est détaillée plus clairement ici :

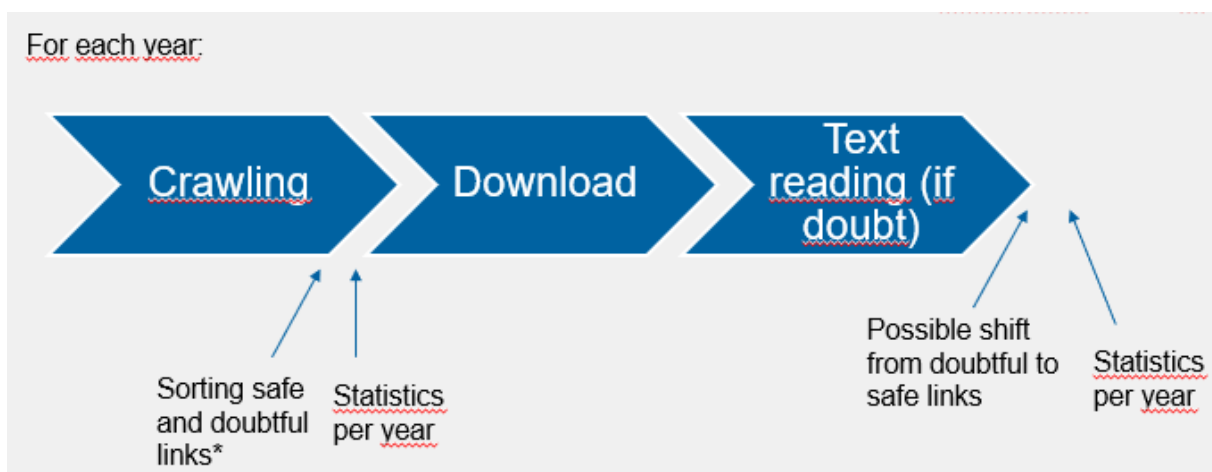


FIGURE 5 – Procédure du code

Une fois que tout fonctionnait bien, il était temps de tester le code sur un volume beaucoup plus grand d'entreprises, à savoir la liste de celles du MSCI World, Index boursier pour les plus grandes entreprises dans le monde entier. Cette liste en contient 3425 différentes. En ajoutant celles du DAX40, j'ai un échantillon de 3455 entreprises. Néanmoins, le fichier csv fourni contenait des doublons, et les noms des entreprises étaient parfois beaucoup trop longs (Ex : CONTEXTLOGIC INC CLASS A). J'ai donc dans un premier temps fait une liste des termes "interdits" et ai tronqué les noms à partir de ces termes pour rendre une liste de noms propre (notamment "inc", "group", "plc", "class", etc.).

7	"FIVE", "FIVE BELOW INC", "Zyklische Konsumgüter", "Aktien", "4.669.340,24", "0,16", "4.669.340,24", "23.659,00", "197,36", "Vereinigtes Staaten"
8	"PEN", "PENUMBRA INC", "Gesundheitsversorgung", "Aktien", "4.580.014,40", "0,16", "4.580.014,40", "16.120,00", "284,12", "Vereinigtes Staaten", "N"
9	"SWAV", "SHOCKWAVE MEDICAL INC", "Gesundheitsversorgung", "Aktien", "4.576.983,84", "0,16", "4.576.983,84", "15.774,00", "290,16", "Vereinigtes St"
10	"TPR", "TAPESTRY INC", "Zyklische Konsumgüter", "Aktien", "4.436.904,01", "0,16", "4.436.904,01", "108.721,00", "40,81", "Vereinigtes Staaten", "I"
11	"SCI", "SERVICE CORPORATION INTERNATIONAL", "Zyklische Konsumgüter", "Aktien", "4.431.445,65", "0,16", "4.431.445,65", "63.135,00", "70,19", "Ve"
12	"FND", "FLOOR DECOR HOLDINGS INC CLASS A", "Zyklische Konsumgüter", "Aktien", "4.390.927,34", "0,15", "4.390.927,34", "44.201,00", "99,34", "Ver"
13	"REXR", "REXFORD INDUSTRIAL REALTY REIT INC", "Immobilien", "Aktien", "4.361.939,01", "0,15", "4.361.939,01", "78.213,00", "55,77", "Vereinigtes S"
14	"JBL", "JABIL INC", "IT", "Aktien", "4.347.484,50", "0,15", "4.347.484,50", "55.630,00", "78,15", "Vereinigtes Staaten", "New York Stock Exchange I"
15	"SRPT", "SAREPTA THERAPEUTICS INC", "Gesundheitsversorgung", "Aktien", "4.330.711,75", "0,15", "4.330.711,75", "35.275,00", "122,77", "Vereinigtes"
16	"BJ", "BJS WHOLESALE CLUB HOLDINGS INC", "Nichtzyklische Konsumgüter", "Aktien", "4.318.876,24", "0,15", "4.318.876,24", "56.552,00", "76,37", "V"
17	"WSC", "WILLSCOT MOBILE MINI HOLDINGS CORP", "Industrie", "Aktien", "4.280.312,00", "0,15", "4.280.312,00", "94.280,00", "45,40", "Vereinigtes Sta"
18	"MANH", "MANHATTAN ASSOCIATES INC", "IT", "Aktien", "4.205.621,12", "0,15", "4.205.621,12", "25.384,00", "165,68", "Vereinigtes Staaten", "NASDAQ",

FIGURE 6 – Extrait de la liste MSCI avec les noms des entreprises en jaune

Pour ce projet, nous bénéficions d'une instance AWS Guacamole afin d'avoir une meilleure performance, le code étant très long à s'exécuter. Mais tout ne s'est pas passé comme prévu :

- Lorsque mon code s'exécute sur l'instance, il s'arrête au bout de 5min avec une Exception provoquée par une réponse vide de Beautiful Soup. Je devais donc redémarrer l'instance afin que cela remarche, mais le problème revenait toujours, à une entreprise différente. En local, cela se produisait aussi, mais beaucoup plus tard. J'ai essayé de trouver une solution en cherchant un autre moyen de crawler, et suis tombée sur l'API Google Custom Search, qui fonctionnait beaucoup mieux avec des résultats fiables, mais qui avait un nombre de requêtes maximal par jour très bon pour la version gratuite.
- Le blocage du téléchargement que j'avais résolu en local, apparaissait sur l'instance de nouveau, ce qui bloquait l'ensemble du code.

J'ai donc organisé un court meeting afin de mettre l'équipe au courant de mes problèmes et de demander de l'aide. Cette réunion m'a bien débloquée grâce aux solutions proposées : En réalité, lorsque le code s'exécute rapidement, Beautiful Soup était "débordé" et n'avait pas toujours le temps de donner une réponse. Avec un simple "time.sleep" de 0,8 secondes, le problème était résolu. La seule conséquence était que le temps d'exécution était un peu plus long.

Concernant le problème de téléchargement, j'ai mis en place un timeout et attrapé l'exception levée afin de continuer le code malgré tout. Les PDFs pour lesquels une exception a été levée sont sauvegardés dans un fichier afin de pouvoir les compter après-coup. J'ai donc implémenté le calcul du pourcentage par an et du nombre total de PDFs n'ayant pas pu être téléchargés.

Une journée de travail entière ne suffisant pas pour que le code s'exécute complètement, j'ai dû trouver une solution pour qu'il puisse reprendre là où il en était lorsque l'instance se déconnecte ou que je dois fermer la page.

Parmi les différents changements à effectuer pour cela dans le programme, il fallait rendre les parties "web crawling" et "téléchargement/lecture des pdfs" complètement indépendantes l'une de l'autre. Lors de la 1ère étape, au lieu de remplir des tableaux qui se vident à chaque nouvelle relance, il était pertinent de directement remplir les fichiers json (doubt-results0 ou found-results0) regroupant tous les liens trouvés ou non trouvés (ces fichiers n'étaient auparavant remplis qu'à la fin de chaque année parcourue). Ainsi à la 2ème étape, ces fichiers json pouvaient être lus pour trouver les liens et non dans les tables

contenues dans les variables. Ces liens étaient ensuite placés dans l'un des 2 nouveaux fichiers (doubt-results1 ou found-results1), au niveau de l'année courante.

```
"2021": [
  {
    "query": "Commerzbank sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://www.commerzbank.de/media/nachhaltigkeit/nfe/Commerzbank_NFR_2022.pdf"
  },
  {
    "query": "Merck sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://www.merckgroup.com/en/sustainability-report/2021/_assets/downloads/entire-merck-sr21.pdf"
  },
  {
    "query": "watsco inc sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://investors.watsco.com/static-files/6a823b52-0c19-4852-ab4c-4594939b23a7"
  },
  {
    "query": "lattice semiconductor corp sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://www.latticesemi.com/-/media/LatticeSemi/Documents/About/ESG_2022_Report_03142023.ashx?document_id=53006"
  },
  {
    "query": "five below inc sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://www.volkswagenag.com/presence/nachhaltigkeit/documents/sustainability-report/2021/Nonfinancial_Report_2021"
  },
  {
    "query": "floor decor holdings sustainability report 2021 filetype:pdf",
    "link": "https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/flooranddecor/files/pages/esg/esg-data-download/20221025_FND_ESG_Disclosure_F"
  }
]
```

FIGURE 7 – Extrait des résultats douteux après la lecture des pdfs (doubt-results-1.json)

La dernière entreprise traitée avec l'année en cours était notée dans un fichier txt lu à chaque nouvelle relance.

En parcourant le fichier csv de la liste MSCI, j'ai remarqué que j'avais oublié beaucoup de termes interdits. Mais je devais à la fois vérifier que les rapports étaient toujours trouvés avec le nom de l'entreprise raccourci. J'ai donc passé un petit temps à nettoyer les noms. Un peu plus tard, j'ai remarqué que certaines entreprises avaient besoin des termes interdits pour être trouvées (Ex : Post holdings / software ag problem / fp corp). J'ai donc modifié ma stratégie et ai instauré une liste de mots tolérés, et une de mots interdits. Ainsi, tous les termes après les mots tolérés sont supprimés (Ex : Tous ceux après "inc"). Pour que la recherche du nom dans les rapports fonctionne toujours, j'ai mis en place la même règle que pour les liens : que seule une partie du nom peut être présente.

J'ai donc pu tenter de lancer mon code pour de bon sur l'instance AWS, mais le fait d'y enregistrer les quelques 20 000 rapports dans le Repository Git posait problème, et plus aucune commande ne fonctionnait (git push, pull, add, status etc...). Même en tentant de mettre en place git LFS, rien n'y faisait. Afin de pouvoir accéder aux PDFs et étant donné que l'instance ne disposait que d'un terminal, j'ai pensé à uploader les PDFs directement sur Dropbox à la volée grâce à l'API, puisqu'ils devaient dans tous les cas y être à la fin. Cela fonctionnait sur mon PC, mais pas sur l'instance, j'ai donc abandonné l'idée de l'utiliser. L'exécution était donc plus pratique et même plus réussie sur ma machine personnelle, le téléchargement étant moins souvent bloqué par les sites.

Alors que j'avais bien entamé l'exécution en local, j'ai remarqué que toutes les heures environ, le token expirait. Il fallait donc manuellement en régénérer un nouveau. Il était donc finalement plus simple de d'enregistrer les PDFs en local et d'après coup tout uploader

en même temps. J'ai pu utiliser le forfait Business de Dropbox de mon tuteur pour y uploader les 136GB de PDFs.

Les dernières observations que j'ai faites sur mes résultats, sont que :

1) Les résultats contenaient des doublons, soit à cause du fichier MSCI initial, soit quand je relançais le code, et qu'une entreprise qui avait déjà été faite avant, soit refaite une 2ème fois.

2) qu'en fin de compte, le fait de considérer comme juste un lien qui contient les 2 derniers chiffres de l'année recherchée, faussait les résultats plus qu'autre chose : certains liens contenaient juste une suite aléatoire de chiffres qui ne faisaient pas référence à l'année, et ils étaient considérés à tort comme justes.

J'ai donc supprimé cette condition, résolu le bug des doublons, et relancé le code une bonne fois pour toute, qui avait besoin de plus de 2 jours pour s'exécuter complètement.

Mes fichiers statistiques contenaient désormais plus d'informations qu'au début : Pourcentage de PDFs trouvés pour une année spécifiques, nombre cumulé de PDFs douteux, trouvés, et à trouver au total :

```
2017 : 21.157742402315485% were found  
2724 doubtful results until now  
731 found results until now  
3455 results to find
```

FIGURE 8 – Statistiques de 2017 avant le téléchargement des PDFs

Pour finir, je devais faire une présentation de quelques slides afin de présenter mes résultats à l'équipe Gaia. Un léger refactoring du code (division en plus de fonctions) et surtout sa documentation étaient également nécessaires.

Les résultats obtenus pour ce projet sont donc présentés sur les slides suivantes :

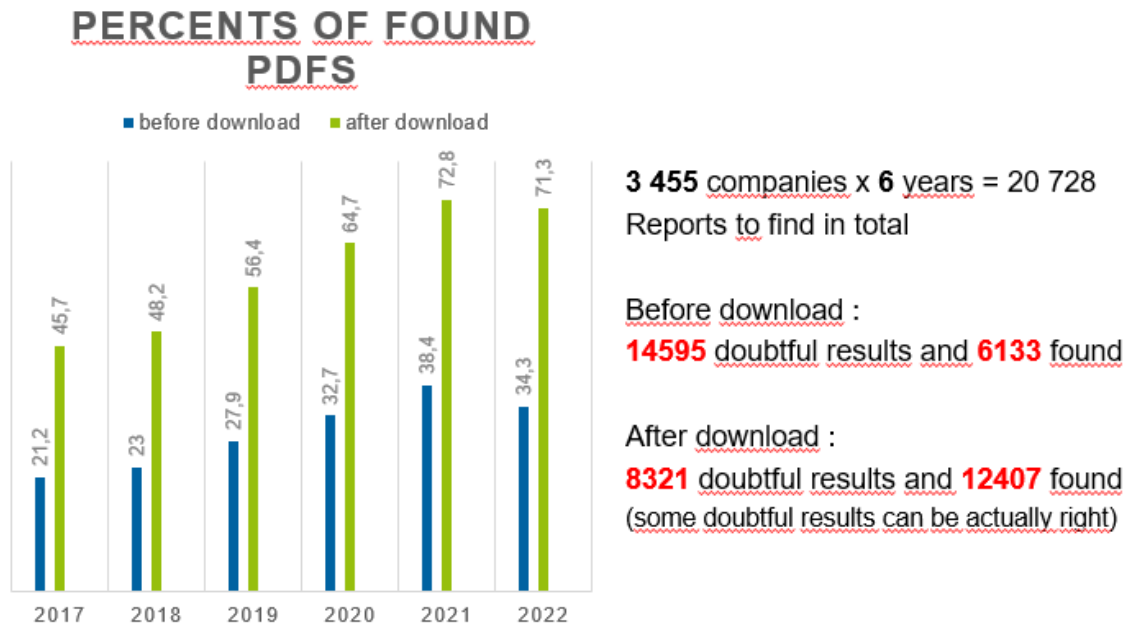


FIGURE 9 – Résultats du projet GAIA (nombre de PDFS trouvés et douteux)

### PDFs Downloading - Statistics

-2017 : **5,1%** could not be downloaded  
 -2018 : **4,9%**  
 -2019 : **4,9%**  
 -2020 : **5,4%**  
 -2021 : **4,9%**  
 -2022 : **5,4%**

**1058** Exceptions at download in total

FIGURE 10 – Statistiques sur les PDFs n'ayant pu être téléchargés

Ces résultats étaient donc plutôt bons et ont satisfait l'équipe Gaia.

## B.2 Projet ESCB Exchange

Pour ce projet, ma mission était très courte et devait être réalisée en 8 jours maximum, et en 5 jours elle était terminée.

Je devais donc reprendre le code écrit précédemment pour la comparaison bilatérale des sources de données, et mettre à jour la présentation existante avec les nouveaux résultats.

La fusion des 3 datasets sur le code ISIN des entreprises menait à un échantillon assez restreint d'observations, mais suffisant pour les représenter graphiquement.

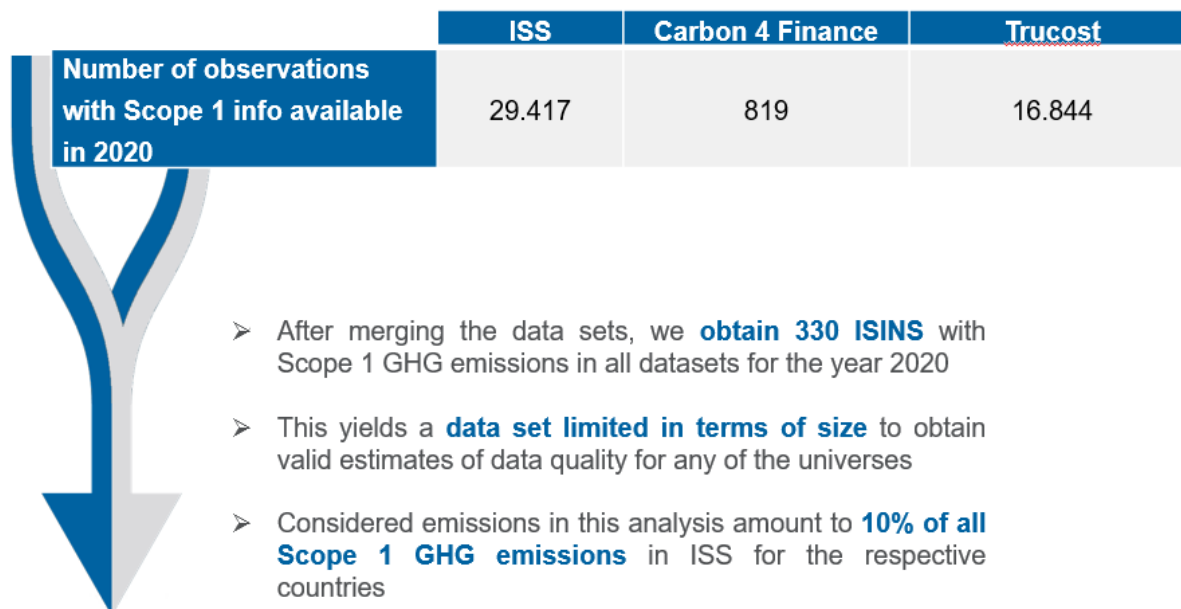


FIGURE 11 – Résultats de la fusion des datasets

Il fallait ensuite, pour chaque "Scope" (1, 2, 3) (= périmètres du bilan d'émissions de CO2) comparer les sources deux à deux graphiquement et obtenir le coefficient de corrélation.

- **ISS and C4F are well aligned** when it comes to Scope 1 **"Reported"** emissions
- **"Calculated"** emissions **diverge more** while staying around the targeted values
- A **correlation coefficient\* of 0.989** confirms the impression

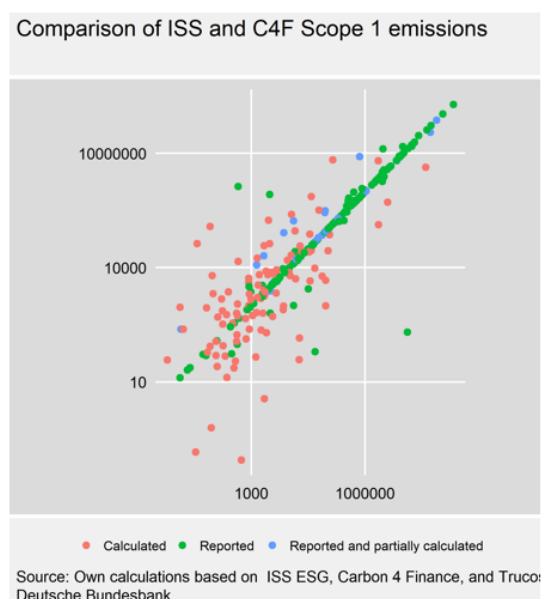


FIGURE 12 – Comparaison des sources ISS et Carbon4Finance



Afin de pouvoir déterminer le dataset contenant les données les plus justes, on cherche pour chaque scope le nombre d'observations pour lesquelles, dans une marge de tolérance de 10% :

- Les valeurs concordent toutes entre les trois sources de données
- Aucune source de données n'est d'accord avec les autres

Le reste des observations peuvent alors être comparées. Le datasource qui est le plus de fois en accord avec d'autres est le plus exact.

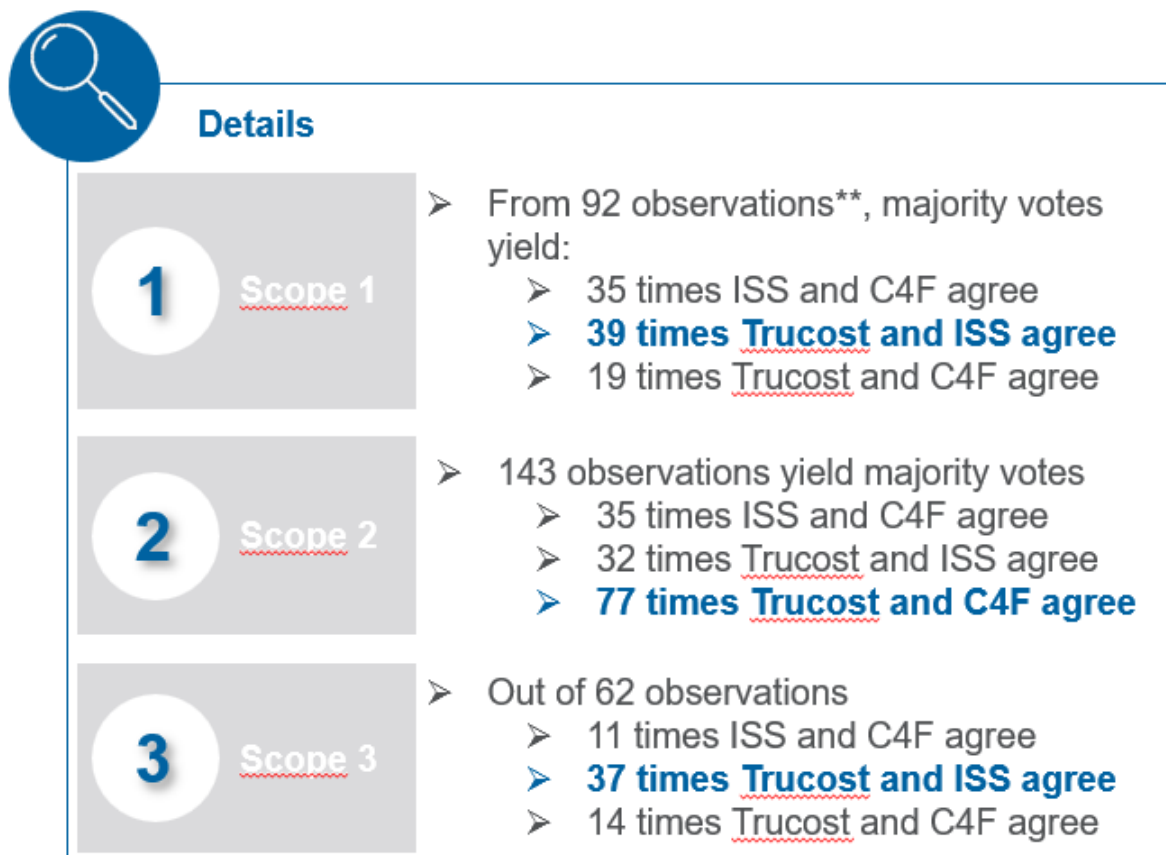


FIGURE 13 – Nombre

La principale difficulté durant ce projet était de comprendre le code d'une autre personne portant sur des opérations statistiques ainsi que d'où venaient certains résultats notés dans la présentation.

Mon tuteur m'a ensuite suggéré d'essayer la comparaison quadrilatérale, avec en plus les données d'ERICA, mais seulement 10 observations restaient après la fusion. Les données plus récentes sont donc attendues.

### B.3 Projet CSDB

Ma mission pour ce projet est donc de trouver une méthode de comparaison de datasets optimale et efficace.



J'ai dans un premier temps cherché les différentes méthodes qui existent en Python pour comparer facilement des datasets. Il y a notamment la méthode "compare" de pandas, mais celle-ci ne fonctionne que sur des datasets de forme identique. Cela n'était donc pas garanti, par exemple lorsque des colonnes étaient ajoutées sur une nouvelle version.

La package Datacompy en revanche, semblait remplir la mission à merveille, avec la possibilité de générer un rapport détaillé sur les différences et similitudes trouvées.

CSDB : Präsentation von Datensätzen Vergleich und Bearbeitung ==> jetzt sind die Datensätze als gleich angesehen wenn : In einem NA gibt und im anderen ein " " oder " " gibt wenn eine extra Spalte in einem gibt aber die leer ist Jetzt muss man auf den richtigen Datensätze ausprobieren

Datensätze Vergleich -> Leerzeichen durch None ersetzt + Sortieren nach ISIN + Leerzeichen rausschmeissen Schwierigkeit : Manchmal gibt es mehr als 1 Leerzeichen + Identische Werte werden als unterschiedlich betrachtet

14/04 : Vergleich zeigt keine Differenzen mehr : relative Toleranz für Zahlen, keine Datum mehr Join auf ISINS : Keine Sortierung mehr notwendig

CSDB : Versuch mit pandas.compare : Schwierigkeit : Manche floats sind als unterschiedlich betrachtet (weil als strings gesehen) und manche strings auch

Datensätze Vergleich ohne Datacompy geschafft ==> effizienter und akkurater (gleiche Spalten sind wieder als unterschiedlich betrachtet) 8min vs 20min

CSDB Meeting : Nominal values Ergebnisse komisch : Spalte sollte leer sein und Werte mögen falsch sein -> Beobachtung von der Spalte in csv Mais en fait il y avait vraiment beaucoup de lignes remplies quand on regardait le nombre

Später : Neue Datensätze miteinander vergleichen

CSDB : Beobachtungen zu den Daten im Jupyter Notebook speichern

CSDB : documentation de la 1ere comparaison début comparaison des gros -> Memory size error

CSDB : Avancée de la comparaison sur VM

CSDB : Fin de la comparaison - réu

## B.4 Projet NFIG

5 jours NFIG Code Debug Anfang NFIG Meeting : (NFIG = Nur für internen Gebrauch) Aufgabe : Bericht mit python erzeugen NFIG : Bericht Erstellung angefangen.

20/04 : CSDB : Beobachtungen zu den Daten im Jupyter Notebook speichern NFIG : Automatische Eintragung von Elementen in eine Markdown-Tabelle. Schwierigkeit : geschachteltes dataframe zu füllen

21/04 : NFIG : Bericht fertig gemacht mit geschachtelten dfs in html konvertiert, und Liste für Zeile Nummer

24/04 : NFIG : Kommentare

## B.5 Projet de recherche NLP

# C Planning général suivi

---

## Conclusion

J'ai beaucoup appris sur le traitement des exceptions et l'écriture / lecture d'un fichier / utiliser l'API Dropbox, mais surtout faire un Google Crawler

Durant ce stage chez Gaea21, j'aurai donc réussi avec mon équipe à terminer les principales fonctionnalités de la version 0 du site Répertoire Vert.

Ainsi, une entreprise peut à présent :

- S'inscrire et se connecter
- Visualiser son profil et modifier ses informations
- Désactiver son compte
- Ajouter des produits et/ou services
- Visualiser ses produits/services, les supprimer et les modifier
- Visualiser ses statistiques, comme le nombre de clics sur ses produits, sans bug
- Parcourir les différentes catégories et sous-catégories, et voir la liste des entreprises appartenant à chaque sous-catégorie.
- Visualiser les profils des autres entreprises ainsi que leurs produits/services

Mes compétences se sont nettement améliorées en Git, que je sais maintenant utiliser en ligne de commande. Je sais désormais mettre un site en production, et coder avec Symfony et ReactJS.

J'ai pu apprendre à gérer une équipe et un projet avec des deadlines serrées, en utilisant des outils de gestion.

Mes collègues étaient pour la plupart plus âgés que moi, mais j'étais la plus ancienne sur le projet (à cause d'un turn-over important). De ce fait, je connaissais assez le projet pour pouvoir les accompagner. Mais la différence d'âge ne se ressentait pas, travailler avec eux était très fluide. Il y avait toujours un climat d'entraide et beaucoup de communication dans l'équipe.

Les réunions journalières avec mon tuteur et l'équipe me permettait de suivre leur avancée, et additionnellement si besoin, nous nous appelions avec un ou plusieurs membres, par exemple s'ils avaient besoin d'aide ou que quelque chose devait être rectifié. Nous communiquions beaucoup par Skype. Aussi, je mettais en commun notre travail plusieurs fois par semaine, ce qui me permettait de bien suivre la progression du projet.

L'outil de gestion que j'utilisais pour planifier était un tableau Google Sheet présentant les tâches, leur difficulté, et leur durée estimée que je remplissais avec mon équipe.

Avoir une certaine responsabilité était très formateur et m'a donné une idée du métier de Lead Programmer, qui me plairait d'ailleurs beaucoup. Cependant, je souhaiterais m'orienter dans le domaine de l'IA et du Big Data, c'est pourquoi je choisirai la spécialité Valorisation des Connaissances pendant mon cursus.

## Bibliographie

- [1] Vladimir AGAFONKIN. *Leaflet - a JavaScript library for interactive maps*. [en ligne]. Mis à jour le 4 septembre 2020 [Consulté le 14 décembre 2021]. URL : <https://leafletjs.com/>.
- [2] Massimiliano ARIONE. « KnpLabs/KnpPaginatorBundle : SEO friendly Symfony paginator to sort and paginate ». In : *Github*. [en ligne]. Mis à jour le 2 décembre 2021 [Consulté le 17 décembre 2021]. URL : <https://github.com/KnpLabs/KnpPaginatorBundle>.
- [3] Jeff ATWOOD et Joël SPOLSKY. *Stack Overflow - Where Developers Learn, Share, and Build Careers*. [en ligne]. Mis à jour le 30 décembre 2021 [Consulté le 17 décembre 2021]. URL : <https://stackoverflow.com/>.
- [4] Ghaida BOUCHÂALA. « Transform your excel data into a relational database : Symfony | Medium ». In : *Ghaida Bouchâala – Medium*. [en ligne]. Mis à jour le 5 juillet 2020 [Consulté le 22 novembre 2021]. URL : <https://ghaidabouchala.medium.com/import-excel-data-in-the-database-symfony-back-end-e14efea51cd2>.
- [5] DOCTRINE. *Welcome to Doctrine 2 ORM's documentation! - Doctrine Object Relational Mapper (ORM)*. [en ligne]. Mis à jour le 21 décembre 2021 [Consulté le 17 décembre 2021]. URL : <https://www.doctrine-project.org/projects/doctrine-orm/en/2.10/index.html>.
- [6] FACEBOOK. *React – Une bibliothèque JavaScript pour créer des interfaces utilisateurs*. [en ligne]. Mis à jour le 22 mars 2021 [Consulté le 8 novembre 2021]. URL : <https://fr.reactjs.org/>.
- [7] FLICKITY. *Flickity · Touch, responsive, flickable carousels*. [en ligne]. Mis à jour le 19 décembre 2021 [Consulté le 2 décembre 2021]. URL : <https://flickity.metafizzy.co/>.
- [8] GRAFIKART. *Tutoriels et Formations vidéos sur le développement web*. [en ligne]. Mis à jour le 28 décembre 2021 [Consulté le 18 août 2021]. Disponible sur : URL : <https://grafikart.fr/>.
- [9] Theo LAMPERT. « react-flickity-component - npm ». In : *npm*. [en ligne]. Mis à jour le 30 août 2021 [Consulté le 8 novembre 2021]. URL : <https://www.npmjs.com/package/react-flickity-component>.
- [10] Symfony SAS. *Symfony, High Performance PHP Framework for Web Development*. [en ligne]. Mis à jour le 29 décembre 2021 [Consulté le 17 décembre 2021]. URL : <https://symfony.com/doc/current/index.html>.
- [11] SYMFONYCASTS. *SymfonyCasts - PHP and Symfony Video Tutorial Screencasts*. [en ligne]. Mis à jour le 23 décembre 2021 [Consulté le 23 août 2021]. URL : <https://symfonycasts.com/>.
- [12] Alexander WEISSMAN. *Getting Started | Select2 - The jQuery replacement for select boxes*. [en ligne]. Mis à jour le 3 mai 2020 [Consulté le 28 septembre 2021]. URL : <https://select2.org/>.

## Table des figures

1	Mock-up de la plateforme Gaia . . . . .	5
2	Logos des sources de données à rapprocher . . . . .	6
3	Prototype A du projet de recherche . . . . .	10
4	Prototype B . . . . .	10
5	Procédure du code . . . . .	14
6	Extrait de la liste MSCI avec les noms des entreprises en jaune . . . . .	15
7	Extrait des résultats douteux après la lecture des pdfs (doubt-results-1.json) . . . . .	16
8	Statistiques de 2017 avant le téléchargement des PDFs . . . . .	17
9	Résultats du projet GAIA (nombre de PDFs trouvés et douteux) . . . . .	18
10	Statistiques sur les PDFs n'ayant pu être téléchargés . . . . .	18
11	Résultats de la fusion des datasets . . . . .	19
12	Comparaison des sources ISS et Carbon4Finance . . . . .	19
13	Nombre . . . . .	20

