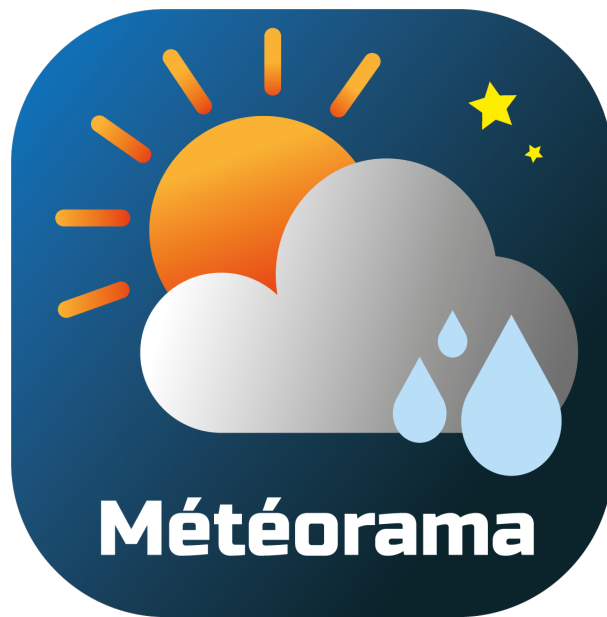


Météorama

Cahier des charges



Auteurs :

Hugo MORO - Roy SABRA

Aubin THOMÉ - Sacha VAUDEY

Date :

Janvier 2025

Table des matières

1	Le groupe Météorama	3
1.1	Hugo MORO	3
1.2	Roy SABRA	3
1.3	Aubin THOMÉ	4
1.4	Sacha VAUDEY	4
2	État de l'art	5
2.1	MétéoCiel	5
2.2	Windy	6
2.3	Notre objectif	6
3	Découpage du projet	7
3.1	Récupération et pré-traitement des données	7
3.2	Modèle de prévision	8
3.3	Interface graphique	9
4	Réalisation technique	10
4.1	Rust	10
4.2	Tokio	10
4.3	Tauri	10
4.4	Intra et Git Kraken	10
5	Répartition des tâches	11

Introduction

Ce cahier des charges a pour objectif de détailler les spécifications et les modalités de réalisation de notre projet S4, intitulé **Météorama**.

Conformément aux consignes de ce projet, l'objectif principal est de développer une solution où l'algorithmique joue un rôle central. Dans cette optique, nous avons décidé de nous orienter vers le domaine de la prévision météorologique. Ce secteur se prête particulièrement bien à notre démarche, car il repose largement sur l'utilisation d'algorithmes avancés, notamment pour le traitement en temps réel des données météorologiques.

Notre objectif final est de concevoir et de présenter une application pour ordinateur permettant aux utilisateurs d'accéder à des prévisions météorologiques simples. Ces prévisions seront générées à partir d'un modèle que nous aurons développé nous-mêmes. L'utilisateur pourra obtenir des prévisions personnalisées en spécifiant un emplacement via une fonctionnalité de recherche intégrée à l'application.

Ce rapport a pour vocation de présenter l'ensemble des éléments nécessaires au développement de ce projet, les recherches que nous avons menées, ainsi que la répartition des tâches que nous avons définie pour maximiser notre efficacité.

1 Le groupe Météorama

1.1 Hugo MORO

J'ai découvert la programmation en classe de troisième, au collège, en développant un système d'arrosage automatique contrôlable par téléphone grâce à Arduino. Ce projet, conçu pour les jardins de l'établissement, m'a permis d'allier ma passion pour la technologie et celle de la botanique en apportant une solution de simplification à l'entretien des espaces verts.

Pendant le confinement, j'ai approfondi mes compétences sur Arduino en explorant de nouvelles fonctionnalités et en testant divers capteurs. Par la suite, je me suis tourné vers Python pour élargir mes possibilités tout en poursuivant mes expérimentations.

La météo ayant un impact majeur sur de nombreux domaines, tel que la botanique, ce projet de prévision climatique de groupe m'intéresse particulièrement. Un système capable de prévoir les variations météorologiques pourrait être un outil précieux pour de nombreux utilisateurs. Contribuer à son développement me motive, car il allie technologie et utilité concrète au quotidien.

1.2 Roy SABRA

Arrivé en France en 2014, j'ai commencé à apprendre le français et à me familiariser avec une culture à la fois riche et stimulante. Mon parcours est assez particulier, mais j'ai toujours nourri une passion pour le monde de la technologie, de la robotique et de l'informatique.

En ce qui concerne ce projet, à vrai dire, je me suis toujours demandé comment fonctionne réellement un système météorologique, et la manière dont les prévisions s'avèrent souvent correctes et précises. Contrairement à mes camarades, je n'ai jamais eu d'expérience dans ce domaine, mais je suis tout à fait prêt à découvrir le développement, l'analyse et le fonctionnement d'un système météorologique grâce à ce projet.

1.3 Aubin THOMÉ

Durant un atelier sur Raspberry Pi dans le Fablab de mon village, j'ai découvert la domotique. J'ai alors très vite déployé mon propre réseau de domotique à l'aide de la plateforme Jeedom. Ce réseau domotique implémente des scénarios qui en fonction de données vont exercer différentes actions sur les éléments connectés. En utilisant les données publiques de météo et les données des capteurs du réseau local, j'ai pu implémenter différentes actions sur les objets de la maison. C'est pourquoi j'ai tout de suite accroché à une proposition de sujet sur la prévision météorologique.

Un autre facteur qui m'a motivé est la réalisation d'un stage d'une semaine à l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) sur les rives du lac Léman, où les prévisions météo sont un élément essentiel au bon déroulement de leurs recherches en milieu lacustre.

1.4 Sacha VAUDEY

Passionné par l'informatique, je me suis également toujours beaucoup intéressé au monde de la météorologie. Depuis longtemps, j'étudie le fonctionnement général des modèles de prévision météorologique mis à notre disposition. J'ai également exploré les nombreuses applications de la météo dans divers domaines.

Une expérience marquante a été ma visite du centre de prévision météorologique de l'armée de l'air sur la base aérienne 942, située au Mont Verdun. Lors de cette visite, j'ai eu l'opportunité de découvrir les différents métiers liés à la météorologie, d'explorer les nombreux modèles de prévision existants, et de comprendre le fonctionnement global d'une prévision météorologique.

2 État de l'art

Ce projet vise dans un premier temps à analyser les solutions similaires déjà existantes. La météorologie, en tant que domaine central de notre quotidien, dispose d'une grande variété d'applications et de services. Il nous a donc été relativement simple d'identifier des exemples pertinents pour notre étude.

2.1 MétéoCiel

MétéoCiel est une application de météorologie accessible via internet ou sous forme d'application mobile. Elle se distingue par la mise à disposition d'un vaste ensemble de données météorologiques et de cartes actualisées en temps réel.

Parmi ses fonctionnalités phares, l'application permet de choisir le modèle de prévision météorologique à consulter. Les utilisateurs peuvent notamment opter pour :

- Le modèle **GFS** (*Global Forecast System*), offrant des prévisions météorologiques jusqu'à 16 jours avec un maillage global étendu ;
- Le modèle **AROME** (*Application of Research to Operations at Mesoscale*), spécialisé dans les prévisions à très court terme (36 heures maximum) avec un maillage très fin, adapté pour les prévisions locales en France (de l'ordre du kilomètre carré).



FIGURE 1 – Interface de l'application MétéoCiel avec le modèle GFS

2.2 Windy

Windy est une autre application météorologique largement reconnue pour son ergonomie, son design moderne et son vaste éventail de prévisions accessibles. L'application, disponible sur mobile et sur site web, propose une visualisation interactive des données météorologiques en temps réel sur une carte du monde.

Une des particularités de Windy est la possibilité, pour les utilisateurs, de sélectionner différents modèles de prévision météorologique, comme illustré dans la figure ci-dessous. Cette fonctionnalité reflète l'un des objectifs de notre projet : développer une application qui combine un modèle de prévision météorologique personnalisé avec une interface utilisateur intuitive et ergonomique.



FIGURE 2 – Interface de l'application Windy avec le choix du modèle de prévision

2.3 Notre objectif

Notre objectif est de développer une application similaire à celles présentées ci-dessus. Parmi elles, celle qui se rapproche le plus de ce que nous souhaitons réaliser est Météociel. En effet, elle intègre des fonctionnalités que nous voulons implémenter, notamment l'affichage clair des prévisions sous forme de tableau (nous reviendrons sur ce point plus en détail dans ce cahier des charges), quelques options simples de paramétrage pour ajuster la précision des prévisions, ainsi qu'une interface moderne et intuitive pour les utilisateurs.

Nous ne visons pas le développement d'une application mobile, mais bien d'une application destinée aux ordinateurs. Toutefois, une réflexion sur une version mobile pourrait être envisagée si nous souhaitons étendre le projet au-delà des limites fixées dans le cadre du 4ème semestre à l'EPITA.

3 Découpage du projet

3.1 Récupération et pré-traitement des données

La première étape de notre projet consiste à récupérer des données météorologiques afin de les analyser dans notre modèle. Cette phase est cruciale, car ces données, une fois traitées, constitueront le fondement de l'ensemble du projet.

OpenWeatherMap La première solution envisagée est l'utilisation du service **OpenWeatherMap**. Il nous est en effet impossible de développer une solution physique complète pour collecter des données météorologiques en temps réel. OpenWeatherMap offre un accès gratuit à des données météorologiques actualisées pour une localisation spécifique, ce qui nous permet de travailler avec des données réelles et de comparer les résultats obtenus par notre modèle aux prévisions produites par les modèles modernes.

Cependant, les données brutes collectées devront être traitées via plusieurs algorithmes pour en améliorer la précision et l'efficacité dans le modèle. Ce traitement inclut le nettoyage des données, la gestion des valeurs aberrantes, et leur mise en forme, comme décrit ci-dessous.

Structure des données Le format de stockage des données reste à définir. Il devra permettre de représenter les emplacements géographiques d'où proviennent les valeurs, ainsi que des données scalaires (comme la température) et vectorielles (comme la vitesse et la direction du vent). L'utilisation de structures en graphes ou matricielles semblent particulièrement adaptées à ce type de données.

Suppression des valeurs aberrantes La première étape du traitement consistera à éliminer les valeurs aberrantes. Ces anomalies peuvent provenir de dysfonctionnements des capteurs ou d'événements ponctuels (par exemple, une exposition directe au soleil). Nous implémenterons un algorithme qui détectera ces valeurs en fonction des tendances locales des données voisines, afin de conserver uniquement des mesures fiables.

Lissage des données Pour améliorer l'efficacité du modèle, nous intégrerons un algorithme de lissage. Ce dernier regroupera les données reçues dans des intervalles définis dynamiquement afin de réduire la sensibilité du modèle aux valeurs extrêmes. Ce processus permettra également d'obtenir des prévisions plus précises.

Interpolation des données manquantes En cas de données manquantes, un algorithme d'interpolation sera utilisé pour combler les lacunes. Nous explorerons différentes approches, telles que l'interpolation linéaire ou polynomiale, pour générer des valeurs

probables basées sur les données voisines. Cette étape devra être réalisée avec soin pour éviter de compromettre les résultats du modèle.

Représentation temporelle Enfin, les données seront regroupées par paquets temporels (par exemple, par heure ou par jour) via un algorithme dédié. Cette organisation permettra de structurer les données pour générer des prévisions adaptées à différentes échelles temporelles.

3.2 Modèle de prévision

Après le pré-traitement des données, nous développerons le modèle de prévision météorologique, qui constitue le cœur du projet. Ce développement nécessitera l'implémentation d'algorithmes avancés, dont nous présentons ci-dessous quelques exemples :

Algorithme de persistance Cet algorithme simple repose sur l'idée que les conditions météorologiques varient peu sur un court intervalle de temps. En se basant sur les données à un instant donné (température, pression, vitesse du vent, etc.), il prédit ces mêmes valeurs pour les heures suivantes. Bien que basique, cet algorithme fournit une première estimation utile pour les prévisions à court terme.

Méthode des analogues Cette méthode identifie, parmi les données historiques, des épisodes météorologiques similaires à la situation actuelle. Les conditions observées après ces épisodes analogues servent de base pour les prévisions. Cette méthode nécessite des données historiques détaillées et peut être utilisée pour des prévisions à moyen terme.

Régression linéaire multiple La régression linéaire multiple permet d'établir une relation entre une variable cible (par exemple, la température) et plusieurs variables explicatives (humidité, pression, vent, etc.). Cette méthode offre des prévisions plus précises et peut s'adapter à des horizons temporels plus longs.

Algorithme ARIMA L'algorithme **ARIMA** (AutoRegressive Integrated Moving Average) combine plusieurs techniques pour modéliser les séries temporelles :

- **Auto-régression (AR)** : Les valeurs passées influencent les prévisions.
- **Différence intégrée (I)** : Les variations entre les valeurs successives sont modélisées pour stabiliser la série.
- **Moyenne mobile (MA)** : Les erreurs passées sont utilisées pour affiner les prévisions.

Cette liste d'algorithmes est indicative, et leur implémentation sera priorisée en fonction des besoins du projet et des résultats obtenus.

3.3 Interface graphique

Une fois la prévision générée et interprétée correctement, elle doit être présentée à l'utilisateur de manière claire et ergonomique. À cette fin, nous concevrons une interface simple et intuitive, en nous inspirant des meilleures pratiques observées dans les applications météorologiques existantes.

L'objectif principal est que l'utilisateur puisse accéder aux résultats de la prévision sous la forme d'un tableau, où les données seront classées par temporalité (par exemple, par heure ou par jour). Pour améliorer l'ergonomie, nous prévoyons de mettre en place un système interactif permettant à l'utilisateur d'obtenir davantage de détails sur une prévision spécifique grâce à des interactions dynamiques, comme des clics ou des sélections dans l'interface.

De plus, nous envisageons de permettre à l'utilisateur de configurer les paramètres du modèle de prévision, notamment :

- Le niveau de précision souhaité (par exemple, une prévision globale ou détaillée) ;
- La durée de la prévision (court, moyen ou long terme) ;
- Les variables météorologiques spécifiques qu'il souhaite afficher (température, vent, précipitations, etc.).

Grâce à l'intégration du service **OpenWeatherMap**, l'utilisateur pourra également rechercher une localisation spécifique via une barre de recherche. Cette fonctionnalité lui permettra d'obtenir les prévisions pour un lieu précis de manière simple et rapide.

En somme, notre interface contiendra de nombreux éléments s'inspirant des standards des applications de prévision météorologique actuelles, étudiées dans les premières phases de ce projet. Cela garantira une expérience utilisateur fluide, intuitive et adaptée aux besoins des utilisateurs, tout en rendant l'application facile à utiliser sans formation préalable.

4 Réalisation technique

Pour mener à bien ce projet, nous utiliserons divers outils respectant les consignes fixées pour son développement.

4.1 Rust

Ce projet sera entièrement développé en Rust, ce qui nous permettra de tirer pleinement parti de la modernité de ce langage de programmation. Nous bénéficierons de sa rapidité d'exécution, particulièrement utile pour les tâches de calcul intensives, ainsi que de sa sécurité et de sa robustesse, garantissant la stabilité de l'application que nous développerons.

4.2 Tokio

Pour récupérer les données météorologiques nécessaires via l'API d'OpenWeatherMap, nous utiliserons le framework Tokio. Celui-ci nous permettra d'effectuer des requêtes asynchrones, offrant la possibilité à notre programme de continuer à s'exécuter et à réaliser diverses actions tout en récupérant de manière optimisée les informations depuis l'API. Ces requêtes asynchrones amélioreront considérablement les performances et la fluidité de l'application.

4.3 Tauri

Afin de concevoir une interface graphique moderne et ergonomique pour les utilisateurs, nous avons choisi d'utiliser Tauri. Contrairement à GTK-rs, Tauri se distingue par sa prise en charge de nombreuses technologies empruntées au web, ce qui nous permettra de créer une interface graphique comme s'il s'agissait d'un site internet. Grâce à cette approche, nous pourrons concevoir une interface à la fois épurée et intuitive, facilitant l'expérience utilisateur.

4.4 Intra et Git Kraken

Pour organiser efficacement notre code, nous exploiterons le dépôt Git mis à disposition sur l'intranet dédié au projet. Cette solution sera complétée par l'utilisation de Git Kraken, un outil qui simplifiera la gestion des branches, le suivi des contributions, ainsi que l'application de tags aux différentes étapes clés et livrables du projet.

5 Répartition des tâches

Tâche	Hugo	Roy	Aubin	Sacha	S1	S2	S3
Récupération des données	X				90%	100%	100%
Traitement des données		X		X	30%	60%	100%
Algorithmes de prévisions	X		X		25%	50%	100%
Interface graphique			X		0%	20%	100%
Site Web		X		X	30%	60%	100%

TABLE 1 – Répartition des tâches et avancement

Il est à noter que cette répartition des tâches peut évoluer au fil du projet, dépendent de notre avancée sur chacun de ces éléments.

De ce fait, nous présenterons une répartition des tâches mises à jour à chacune des soutenances si cela est nécessaires afin d'indiquer précisément l'organisation choisie pour mener à bien le développement de notre application.

Conclusion

Pour conclure, ce projet sera l'occasion de travailler avec de nouvelles personnes et d'acquérir de nouvelles compétences, dont la maîtrise d'un nouveau langage et l'application d'algorithme dans un projet concret.

En effet, dans ce projet nous allons découvrir ou approfondir nos connaissances sur les algorithmes de prévision météo en essayant nous même de les simplifier de les optimiser et d'en compiler certains pour faire face aux limites de nos machines.

Par ailleurs, nous savons que la charge de travail de ce projet est importante et que les difficultés que nous pouvons rencontrer sont nombreuses. C'est pourquoi nous sommes plus que motivés à l'idée de coder les premiers algorithmes et d'approfondir nos recherches afin de concrétiser ce projet.