

Conception d'une application modulaire pour une passerelle de visualisation intégrant des données issues de divers dispositifs

Travail de Bachelor

Non confidentiel

**Département :** TIC

**Filière :** Informatique et systèmes de communication

**Orientation :** Informatique logicielle

Nicolas Crausaz

11 mai 2023

Travail proposé par :

Loris Gavillet

YALK

Rue Basse 43, 1422 Grandson

Supervisé par :

Patrick Lachaize

# Préambule

Ce travail de Bachelor (ci-après TB) est réalisé en fin de cursus d’études, en vue de l’obtention du titre de Bachelor of Science HES-SO en Ingénierie.

En tant que travail académique, son contenu, sans préjuger de sa valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celles du jury du travail de Bachelor et de l'Ecole.

Toute utilisation, même partielle, de ce TB doit être faite dans le respect du droit d’auteur.

HEIG-VD

Le Chef du Département

Yverdon-les-Bains, le 20 avril 2023

# Authentification



Le soussigné, Nicolas Crausaz, atteste par la présente avoir réalisé seul ce travail et n’avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées.

Nicolas Crausaz

Yverdon-les-Bains, le 11 mai 2023

# Résumé

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Table des matières**

[Préambule I](#_Toc134128588)

[Authentification III](#_Toc134128589)

[Résumé V](#_Toc134128590)

[Chapitre 1 Introduction 1](#_Toc134128591)

[1.1 Contexte 1](#_Toc134128592)

[1.2 Cahier des charges 2](#_Toc134128593)

[**1.2.1** **Besoins fonctionnels** 2](#_Toc134128594)

[**1.2.2** **Besoins non fonctionnels** 3](#_Toc134128595)

[**1.2.3** **Extensions** 3](#_Toc134128596)

[1.3 Contraintes client 4](#_Toc134128597)

[1.4 Tableaux 5](#_Toc134128598)

[1.5 Notes de bas de page 5](#_Toc134128599)

[1.6 Citations et bibliographie 6](#_Toc134128600)

[Chapitre 2 Analyse 7](#_Toc134128601)

[2.1 Besoins et approches 7](#_Toc134128602)

[**2.1.1** **Modules** 7](#_Toc134128603)

[**2.1.2** **Gestionnaire de modules** 12](#_Toc134128604)

[**2.1.3** **Application Web** 12](#_Toc134128605)

[**2.1.4** **Serveur et API** 13](#_Toc134128606)

[**2.1.5** **Base de données** 13](#_Toc134128607)

[**2.1.6** **Module « Proof Of Concept »** 14](#_Toc134128608)

[2.2 Planification 17](#_Toc134128609)

[**2.2.1** **Livrables** 17](#_Toc134128610)

[**2.2.2** **Étapes** 17](#_Toc134128611)

[2.3 Prototypes et essais effectués 19](#_Toc134128612)

[**2.3.1** **Architecture serveur HTTP** 19](#_Toc134128613)

[**2.3.2** **Architecture Electron.js** 20](#_Toc134128614)

[**2.3.3** **Choix** 21](#_Toc134128615)

[2.4 Choix technologiques 22](#_Toc134128616)

[**2.4.1** **Choix généraux** 22](#_Toc134128617)

[**2.4.2** **Backend** 22](#_Toc134128618)

[**2.4.3** **Frontend** 22](#_Toc134128619)

[2.5 Méthodologies et outils 23](#_Toc134128620)

[**2.5.1** **Monorepo** 23](#_Toc134128621)

[**2.5.2** **CI / CD** 23](#_Toc134128622)

[**2.5.3** **Production** 23](#_Toc134128623)

[Chapitre 3 Modélisation 24](#_Toc134128624)

[Chapitre 4 Architecture 27](#_Toc134128625)

[Chapitre 5 ?? 27](#_Toc134128626)

[Chapitre 6 Conclusion 28](#_Toc134128627)

[Bibliographie 29](#_Toc134128628)

[Annexes 30](#_Toc134128629)

**Table des figures**

[**Figure 1** - Exemple de graphique 1](#_Toc129262255)

****Liste des** **tableaux****

[**Tableau 1** - Liste des cantons 2](#_Toc129262231)

**Liste des codes sources**

[**Listing 1** - Exemple de code Java 1](#_Toc129262239)

## Introduction

**Ce travail de Bachelor consiste en la mise en place d’une application Web, destinée à s’exécuter sur une passerelle physique dans le réseau local d’un utilisateur. L’intérêt de cette passerelle est d’offrir un outil central pour mettre en place des interactions avec des services externes et dispositifs réseau, sous forme de modules. Cette solution permet à des utilisateurs d’automatiser des actions en utilisant et/ou développant des modules interagissant avec leurs propres services existants. La passerelle reliée à un ou plusieurs moniteurs permettra l’affichage d’informations issues des interactions, sous forme d’un tableau de bord modulable.**

**L’aspect central du projet est la conception d’une architecture permettant l’exécution et la gestion de ces interactions. La finalité est que la passerelle puisse être considère comme un « Proof of Concept » permettant de démontrer les possibilités et les limites d’une telle solution, notamment grâce à la réalisation d’un module exploitant les possibilités de la passerelle pour interagir avec une application existante.**

### Contexte

**L’entreprise YALK a développé un logiciel nommé « Composal », un outil destiné aux entreprises, proposant en autres des fonctionnalités suivantes :**

* **Gestion des interventions de technicien chez les clients**
* **Gestion de stock de matériel et de leur utilisation**
* **Planification des horaires de travail et timbrage des employés**
* **Génération de factures et de rapport d’intervention**

**L’intérêt de ce travail de Bachelor et d’agrandir l’écosystème autour de ce logiciel en mettant en place une passerelle offrant une application permettant des intégrations avec des dispositifs locaux, ainsi que des fonctionnalités de visualisation.**

**L’implémentation de ce projet est cependant totalement découplée des aspects du logiciel Composal, l’approche suivie dans ce travail a été de créer une architecture générique pouvant s’intégrer dans un écosystème totalement différent, ceci est rendu possible par la notion de « modules », composant autonome pouvant être ajouté à l’application afin d’ajouter des intégrations entre des composants totalement libres.**

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

### Cahier des charges

#### **Besoins fonctionnels**

**Les besoins fonctionnels suivants sont considérés comme des éléments de priorité, composant les objectifs fondamentaux du travail.**

*****Modules*****

**Un module est un composant logiciel destiné à offrir des fonctionnalités à la passerelle, principalement de gérer les interactions avec un dispositif précis : une API externe, un dispositif USB, Wifi etc. Les besoins liés aux modules sont :**

1. **Gestionnaire : Permettant l’activation / désactivation et la configuration du comportement d’un module.**
2. **Conception module « Proof of Concept » : Développement d’au moins un module spécifique permettant de gérer l’interaction entre un dispositif local et un service externe, permettant de démontrer l’intérêt de la solution.**

*****Application Web*****

1. **Structure : L’application offre deux interfaces : administration et visualisation. L’interface d’administration nécessite une authentification de l’utilisateur, la visualisation est accessible sans authentification, car elle ne propose pas de fonctionnalité d’édition. Les deux interfaces sont accessibles uniquement dans le réseau local.**
2. **Interface d’administration : permet l’activation / désactivation et la configuration des modules par l’utilisateur. Permet aussi la configuration du tableau de bord modulable, en laissant le choix à l’utilisateur de disposer les affichages des modules selon ses préférences.**
3. **Interface de visualisation : L’interface de visualisation affiche le tableau de bord selon la configuration effectuée dans l’administration. Lors d’une modification de la disposition des modules depuis l’administration, le tableau de bord devra se mettre à jour sans nécessiter d’interaction supplémentaire de l’utilisateur.**

#### **Besoins non fonctionnels**

*****Support physique et système d’exploitation*****

**La passerelle sera un Raspberry Pi relié au minimum à une source de courant, une connectivité réseau (avec ou sans fil) et pouvant être reliée à un ou deux moniteurs externes. Le système d’exploitation contiendra le nécessaire pour faire fonctionner l’application Web.**

*****Architecture locale*****

**Tout le nécessaire au bon fonctionnement de l’application s’exécutera sur la passerelle. La passerelle et son application web ne seront pas exposée en dehors du réseau local, mais pourront interagir avec des services externes (http).**

*****Performance*****

**Du fait de l’architecture (ressources) de la passerelle relativement limitée, l’application s’exécutera sans consommation trop excessive de ressources et répondra dans un temps acceptable de manière à offrir une utilisation fluide.**

*****Interface intuitive*****

**L’interface de l’application web sera intuitive à utiliser pour un utilisateur ayant un bagage technique lui permettant de comprendre et configurer les modules et interactions.**

*****Application fiable*****

**L’application doit être capable de gérer des erreurs pouvant survenir et de pouvoir continuer à fonctionner. En cas de perte de connectivité puis de reconnexion réseau, l’application devra pouvoir refonctionner correctement sans interaction utilisateur.**

**En cas d’erreur non récupérable, il sera acceptable dans ce projet de simplement redémarrer l’application ou la passerelle.**

*****Sécurité*****

**L’application n’est pas conçue pour gérer des interactions critiques pouvant avoir des aspects de sécurité importants (transactions financières, etc.). Dans le cadre de ce travail, il n’est pas non plus nécessaire d’implémenter un système de sauvegarde de la configuration de la passerelle ou de sa réplication.**

#### **Extensions**

**Les extensions ci-dessous sont des besoins fonctionnels complémentaires faisant partie de la solution complète souhaitée par l’entreprise. Ces dernières ne seront pas réalisées dans le cadre de ce projet, sauf si le temps le permet, mais qu’il faut garder en tête lors de la conception des autres besoins pour prévoir leur ajout ultérieur.**

*****Modules*****

**Dans la version souhaitée par les besoins fonctionnels, tous les modules sont stockés localement sur la passerelle. Il serait intéressant de mettre en place un système d’import de nouveaux modules par l’utilisateur, afin de mettre en avant l’aspect modulaire de l’application.**

*****Autonomie*****

**Mise en place et configuration automatique / assistée de la passerelle dans le réseau local de l’utilisateur. Ceci permet de s’assurer une configuration correcte et connue pour l’exécution de l’application.**

*****Gestion des écrans*****

**Détection des écrans reliés à la passerelle pour pouvoir adapter le contenu du tableau de bord, selon l’orientation, la taille, la disposition relatives des écrans. Ceci permettrait d’ajouter un indicateur visuel et une aide à l’utilisateur configurant le tableau de bord.**

*****Système d’exploitation*****

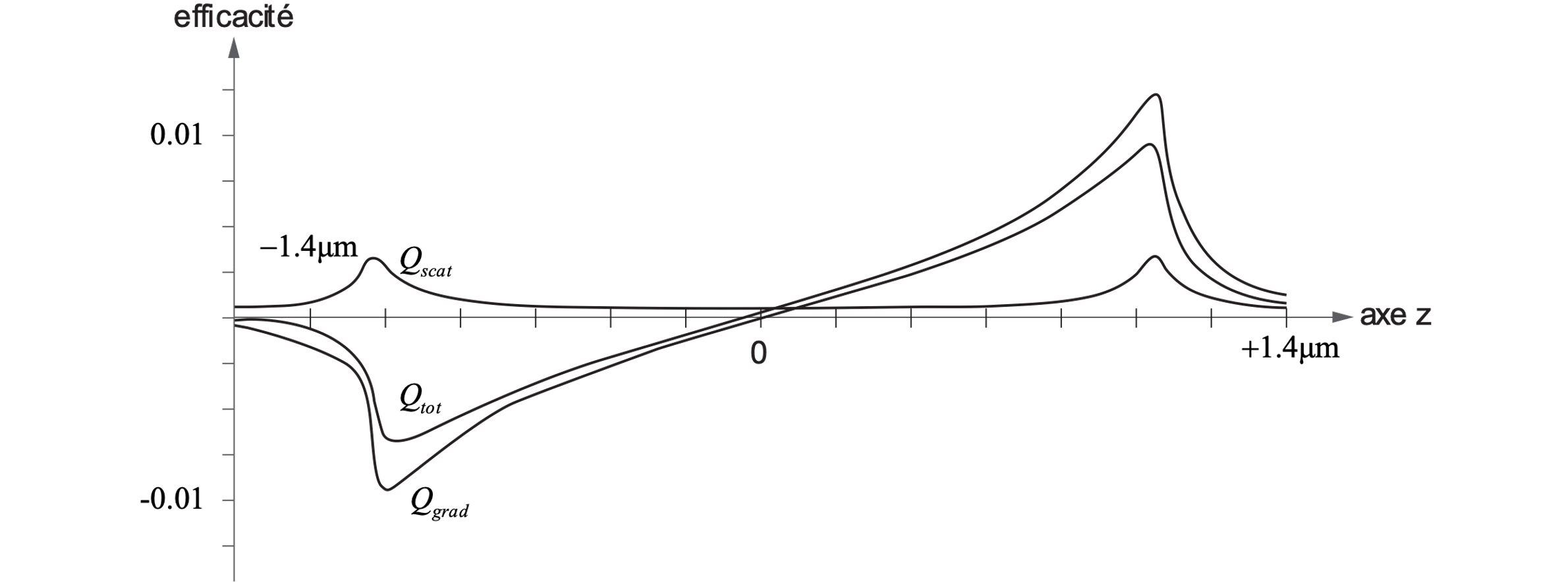
**Il serait imaginable de créer une image d’un système d’exploitation contenant le strict nécessaire au fonctionnement de l’application. Ceci permettrait de limiter les interactions possibles de l’utilisateur final avec le logiciel, améliorant la sécurité et la stabilité de l’application.**

### Contraintes client

**Les contraintes fixées par l’entreprise sont peu nombreuses. Le cadre du projet, bien que décrit dans le cahier des charges, ne représente que la première partie des fonctionnalités que l’application modulaire pourrait offrir. Il est donc nécessaire de concevoir l’application en ayant l’optique de réaliser une base solide en vue d’un développement futur.**

**L’entreprise YALK a fourni tout le matériel nécessaire au bon fonctionnement de la passerelle, entre autres le Raspberry PI et toute sa connectique nécessaire, ainsi que du matériel destiné à réaliser le module « Proof of Concept ». Ce module devra s’intégrer à une application existante de l’entreprise YALK.**

**Aucune contrainte n’a été définie au niveau des aspect techniques et technologiques.**



**Figure 1** - Exemple de graphique

Notez que la coloration syntaxe est conservé lorsque vous copier-coller du code depuis Intellij IDEA. Le Listing 1 en est un exemple.

**Listing 1** - Exemple de code Java

### Solutions existantes

Sur le marché, il existe différents produits et applications orientée vers le même concept que l’objectif de ce travail. En voici un échantillon :

* Odoo IoT Box
* Pywebdriver https://akretion.com/fr/blog/pywebdriver-laventure-continue

Home Assistant : <https://www.home-assistant.io/>

Home assistant est plateforme Open Source, orienté sur la domotique, permettant de contrôler et d’automatiser une vaste gamme de dispositifs IoT. Home Assistant est une application développée en Python qui est destiné à être exécuté sur un Raspberry PI, un NAS ou à être exécuté dans un container Docker. Cette application est très personnalisable, tant au niveau des intégrations … et propose un grand catalogue

Node-RED: <https://nodered.org/>

Node-RED opte cependant pour une approche différente, en exploitant le « flow-based » programming

Todo : Définir vocabulaire

Concernant les tableaux un seul conseil : restez simple et minimaliste, n’ajoutez des séparateurs que là ou c’est nécessaire pour améliorer la lisibilité. Une liste de quelques cantons suisses est donnée à titre d’exemple dans le Tableau 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Abréviation | Nom du canton | Depuis |
| ZH | Zürich | 1er mai 1351 |
| BE | Berne | 6 mars 1353 |
| FR | Fribourg | 22 décembre 1481 |
| VD | Vaud | 19 février 1815 |
| VS | Valais | 4 août 1815 |
| NE | Neuchâtel | 19 mai 1815 |
| GE | Genève | 19 mai 1815 |

**Tableau 1** - Liste des cantons

### Notes de bas de page

Parfois, il est plus élégant d’annoter une définition en utilisant une note de bas de page [[1]](#footnote-1). Alternativement il est possible d’annoter un paragraphe avec une note marginale.

### Citations et bibliographie

Citer vos sources est essentiel. Avec **Microsoft Word** vous pouvez facilement citer des articles, des livres ou des sites internet. Toutes les citations dans le texte seront automatiquement regroupées en fin de document dans la section « Bibliographie ». Par exemple, citons un article d’Einstein (EINSTEIN 1905) ou le livre de Dirac (DIRAC 1981).

Parfois il peut être utile d’utiliser un gestionnaire de bibliographie. La communauté académique recommande l’outil [Zotero](https://www.zotero.org/) qui permet de gérer une bibliothèque numérique d’ouvrages et de références numériques. Il permet également de générer une bibliographie compatible avec **Microsoft Word**. Il suffira d’installer au préalable le plugin, pour pouvoir ajouter l’onglet *Zotero*.

## Analyse

### Besoins et approches

**La première partie de l’analyse a consisté en la définition des fonctionnalités selon les besoins explicités au chapitre précédent. Cette division a permis de décomposer les bases de l’architecture de l’application, en séparant les fonctionnalités dans plusieurs composants ayant chaque leur rôle respectif et d’établir une première modélisation de leur fonctionnement et interactions.**

#### **Modules**

**Les modules sont l’aspect central de l’application, ils permettent d’offrir des fonctionnalités à la passerelle. Leur rôle est de fournir le comportement nécessaire afin de permettre l’interaction entre deux services ou dispositifs n’ayant pas initialement été conçu ou ne pouvant pas nativement interagir entre eux.**

**On peut isoler du cahier des charges les aspects fondamentaux d’un module afin d’établir les différentes fonctionnalités à mettre en place :**

**Un module est composé de plusieurs parties :**

* ***Un comportement*: la logique et les interactions offertes par le module y sont définie, sous forme de code.**
* ***Une configuration* : Afin de rendre le comportement d’un module personnalisable par l’utilisateur final, une configuration du module pourrait être plus ou moins spécifique dans l’objectif d’offrir une plus grande portée au comportement du module**
* ***Un affichage* : il s’agit du rendu du module pouvant être affiché sur l’interface de visualisation de l’application**

**Un module est stocké localement sur la passerelle, il doit ainsi pouvoir être intégré à l’application sans autre transformation ou dépendances externes au projet à condition de respecter une structure définie. Les trois parties ci-dessous forment ainsi la structure complète d’un module.**

**J’ai donc choisi de structurer le code nécessaire à un module de manière à ce qu’il puisse être facilement packagé afin de pouvoir être stocké de manière locale, mais également à pouvoir être publié sur un repository distant (hors du contexte de ce travail). La première étape de modélisation d’un module a donc consisté à établir une abstraction permettant d’unifier la structure d’un module, afin de pouvoir l’intégrer de manière simple et automatique dans l’application. La structure de module suivante a été retenue :**

Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Police

Description générée automatiquement

##### Comportement

Le comportement du module est défini selon son implémentation au niveau du code,

**// Cycle de vie (shéma et explciations) (états)**

##### Configuration

**Toujours dans l’objectif de rendre les modules les plus génériques possible, afin de ne pas limiter la portée des interactions implémentables par un développeur, les modules sont liés à une configuration. Cette configuration permet tout d’abord de spécifier les valeurs obligatoires à leur fonctionnement ainsi que des valeurs relatives au comportement du module de manière spécifique. L’approche choisir pour établir cette notion de configuration est d’établir deux contextes :**

**TODO : modélisation du domaine avec juste deux classes**

**La configuration principale défini les valeurs obligatoires à un module, celles-ci sont :**

* **Un nom**
* **Un auteur**
* **Une version**
* **Une description**

**Ces éléments permettront à l’utilisateur d’identifier les différents modules au travers de l’application. Chaque configuration principale contient une sous configuration, appelée configuration spécifique, valeurs dont la structure est cette fois définie par le développeur qui doit respecter certaines contraintes. Le développeur a la liberté d’ajouter autant de valeurs configurables.**

**La configuration complète doit être spécifiée dans le fichier (json) de configuration du module, en voici un exemple :**

{

"name": "Hello Module",

"description": "A simple module to say hello",

"version": "1.0.0",

"author": "Nicolas Crausaz",

"specificConfig": {

"message": {

"type": "text",

"label": "Message",

"description": "The message to say",

"value": "Hello"

},

"refreshRate": {

"type": "number",

"label": "Refresh rate",

"description": "The refresh rate in ms",

"value": 5000

},

"showDate": {

"type": "bool",

"label": "Show date",

"description": "Show the date",

"value": true

},

"color": {

"type": "option",

"label": "Background color",

"description": "The color of the background",

"value": "#FFFFFF",

"options": ["#FFFFFF", "#000000", "#FF0000"]

}

}

}

**Listing 1** - Exemple de configuration d’un module

**La structure de configuration est représentée par un objet JSON, contentant les quatre valeurs obligatoires (nom, description, version et auteur) et d’un sous-objet (specificConfig) contenant la définition des valeurs relative au comportement du module. Chaque valeur doit être spécifiée sous forme d’un objet JSON, ceci permet d’assurer que chaque clé est unique. Une valeur est obligatoirement structurée de la manière suivante :**

* ***type* : représente le type de la valeur, j’ai choisi de définir les types :**
  + **‘text’ : Une chaine de caractère**
  + **‘number’ : Un nombre**
  + **‘bool’ : Une valeur vrai ou faux**
  + **‘option’ : Une valeur de type ‘text’ à choisir parmi une liste prédéfinie de choix**
* ***label* : décrit brièvement la valeur**
* ***description* *(optionnelle)* : décrit plus en détail la valeur et son influence sur le comportement du module**
* ***value* : défini la valeur par défaut**
* ***options* : défini la liste de choix possible, si le type est ‘option’**

**Dans le futur, il serait intéressant d’ajouter d’autres champs spécifiques selon le type de valeur, par exemple une plage de valeur admissible pour les ‘number’, une longueur maximale pour les ‘text’ etc. Ceci permettrait notamment d’ajouter un système de validation des valeurs. Pour rester à l’essentiel, cela n’a pas été implémenté dans ce projet.**

**Les informations faisant partie de la configuration standard ne sont pas modifiables par l’utilisateur, cependant toutes les valeurs spécifiées dans la configuration sont accessibles dans le comportement du module, ce qui permet de faire varier son flux d’exécution. Les valeurs définies dans la configuration spécifique sont modifiables depuis l’interface d’administration de l’application par l’utilisateur :**

**TODO : INSERER MOCKUP Page de config**

**Figure 2** – Maquette de l’édition de la configuration spécifique

##### Rendu

**Configuration**

**Rendu**

**J’ai décidé de séparer**

**Au niveau du comportement d’un module, j’ai choisi de le rendre le plus indépendant possible, j’ai donc choisi de définir un cycle de vie**

***Ainsi, une telle approche permet de faciliter le processus de création de d’ajout d’un module dans la passerelle :***

1. ***Le développeur récupère un projet template ou intégre la dépendance dans un nouveau projet selon la documentation.***
2. ***Il définit le code nécessaire en respectant l’interface définie afin de créer une interaction, il définit également le rendu qui sera affiché sur l’application***
3. ***Il compile son projet***

**Ainsi, plusieurs fonctionnalités sont à prévoir :**

* **Lors de sa première installation, un module peut exécuter une série d’instruction spécifique au module pour assurer son bon fonctionnement.**
* **La configuration d’un module sera composée d’informations obligatoire (par exemple le nom du module) et de valeurs personnalisées dépendant du module. Ces valeurs seront définies par le développeur du module et pourront être modifiées. Cette configuration devra être accessible dans le comportement du module afin de pouvoir modifier ce comportement selon ces valeurs.**
* **Un module sera distribué sous la forme de paquet indépendant, contenant le nécessaire à son intégration à la passerelle. Il est donc nécessaire de prévoir cette une structure adaptée à cela. Il serait également intéressant de fournir un module d’exemple documenté pouvant servir de base aux développeurs pour faciliter la création de modules. De ce fait il est donc nécessaire de concevoir l’architecture logicielle d’un module de manière à la rendre configurable et de permettre facilement la création de nouveaux modules.**
* **Un module est destiné à pouvoir être ajouté, supprimé, activé et désactivé à la demande de l’utilisateur, ces actions ne doivent ainsi ne pas générer d’erreurs et gérer la libération des ressources liées aux modules.**
* **Le comportement d’un module doit pouvoir recevoir des données et en envoyer, notamment pour mettre à jour son affichage.**

**Configuration :**

**Ajouter**

**INSERER CAPTUER MODELE DOMAINE (config + config spécifique + sous types)**

**La structure d’un module « packagé » sera donc :**

**TODO : STRUCTURE FICHIERS MODULE**

**Les différents besoins liés aux modules nécessitent donc une entité qui permet leur gestion, notamment pour s’assurer de la cohérence de leurs états, ceci afin de faciliter leur ajout à la plateforme et d’éviter les erreurs. Ainsi, un gestionnaire de module doit être mis en place.**

#### **Gestionnaire de modules**

**// Module Manager, facade, point central d’accès aux modules**

**// Interaction**

**// Permet de s’enregister aux events des modules**

**// Chargement dynamique**

**Le gestionnaire de modules permet d’assurer le bon fonctionnement et la cohabitation des différents modules. Il prend le rôle de façade en tant que point central d’accès aux modules.**

**Il encapsule la gestion des états des modules et définit les méthodes liées aux modules telles que :**

* **Permettre l’ajout et la suppression de modules, en s’assurant de les initialiser correctement et de charger leur configuration.**
* **Permettre l’activation et la désactivation de modules**
* **Permettre le chargement dynamique des modules, sans devoir effectuer quelconque compilation ou redémarrage de l’application.**

**Le besoin d’ajout et de suppression des modules étant des extensions du cahier des charges, leur modélisation sera mise en place pour permettre leur implémentation si le temps le permet.**

**TODO**

#### **Application Web**

**L’application Web, destinée à être hébergée sur la passerelle, doit être accessible aux utilisateurs du réseau local.**

**De ce fait, la passerelle exécute un serveur web, celui-ci est chargé de rendre disponible l’interface de l’application ainsi qu’une API offrant des fonctionnalités à l’application.**

**L’application est structurée selon le modèle d’architecture trois tiers**

****TODO : Inserer shéma archi trois tiers : frontend + backend (api + db)****

**Les détails de l’analyse de chacun de ces trois tiers et les fonctionnalités sont décrits dans les points suivants de ce chapitre.**

##### Interface

**L’application offre aux utilisateurs les diverses fonctionnalités liées aux modules cités dans les points précédents et plus encore.**

**L’interface web de l’application est séparée conceptuellement en deux parties, chacune jouant un rôle distinct :**

* ***Interface d’administration* : permet toutes les opérations liées aux modules citées dans les points précédents ainsi que la configuration du tableau de bord. Le tableau de bord permet de disposer les différents affichages spécifiques aux modules, sous forme d’une grille personnalisable par l’utilisateur. Pour accéder à cette interface, l’authentification de l’utilisateur est nécessaire.**
* **Interface de visualisation : permet l’affichage en lecture seule du tableau de bord configuré dans l’interface d’administration. Cette interface est destinée à être affichée sur l’écran directement relié à la passerelle, elle ne nécessite donc pas d’authentification utilisateur et ne propose pas d’interactions directe avec l’utilisateur.**

**L’interface complète sera donc composée des pages suivantes :**

* ***Connexion* : Authentification de l’utilisateur par nom d’utilisateur et mot de passe.**

**Une image contenant texte, capture d’écran, Police, conception

Description générée automatiquement**

* ***Modules* : Listes des modules disponibles localement sur la passerelle, possibilités d’activation, désactivation, ajout (extension) et suppression (extension) des modules.**

**Une image contenant texte, capture d’écran, Police, conception

Description générée automatiquement**

**Une image contenant texte, Police, ligne, capture d’écran

Description générée automatiquement**

* ***Configuration de module* : Affichage d’un unique module, modification de sa configuration, activation et désactivation**

**Une image contenant texte, capture d’écran, Police, nombre

Description générée automatiquement**

* ***Tableau de bord (édition)* : Configuration de la disposition des affichages des modules selon une grille. Possibilité d’avoir une disposition différente pour chaque écran.**

**Une image contenant texte, capture d’écran, Police, conception

Description générée automatiquement**

* ***Tableau de bord (affichage)* : Affichage du tableau de bord selon la configuration effectuée et selon l’écran choisi.**

**Une image contenant texte, capture d’écran, Police, carte de visite

Description générée automatiquement**

* ***Paramètres* : Configuration générale des informations de la passerelle. Cette page n’est pas explicitée dans le cahier des charges mais permettrait dans le futur plusieurs ajouts (gestion des informations générales de la passerelle, utilisateurs etc)**

#### **API**

**L’application est composée d’un serveur (backend) permettant de traiter les requêtes venant de l’interface, ainsi que de permettre la communication vers et depuis les modules. Ceci est rendu possible par la mise à disposition d’une API respectant les contraintes d’architecture REST. Une API respectant ces contraintes est dite RESTful.**

**TODO : expliquer les contraintes REST et verbs**

**Cette API propose**

**Il sera donc nécessaire de définir les « specs » de l’API**

**Authentification (deux types ?)**

**Utile à l’interface**

**Permet des interactions LAN**

**Rest ?**

#### **Base de données**

**La passerelle évoluant dans un environnement LAN de l’utilisateur final, aucun contrôle n’est possible pour un quelconque administrateur. Il en va donc de soi que l’application sache réagir à des perturbations, notamment à l’arrêt de la passerelle. L’application doit donc être capable de retrouver un état cohérent et identique à celui précédent l’interruption.**

**Une base de données doit donc être mise en place pour assurer une persistance des données, principalement pour conserver les configurations des modules pour assurer leur bon fonctionnement, mais est également nécessaire à l’implémentation des autres fonctionnalités de l’application, tel que l’authentification des utilisateurs accédant à l’interface d’administration et la configuration des tableaux de visualisation.**

**Le premier dilemme a été de choisir quel type de base de données utiliser pour ce projet. Deux approches possibles ont été abordées :**

* **Base de données relationnelle : Une base de données relationnelle organise les données sous formes de tables en utilisant des relations et des contraintes, celles-ci assurant l’intégrité et la cohérence des données. Les bases de données utilisent le langage SQL pour les requêtes. On peut citer comme système de gestion de bases de données relationnelle (SGBDR) PostgreSQL, MySQL, SQLite…**
* **Base de données NoSQL orientées document : Il existe de nombreux types différents de base de données NoSQL, parmi lesquelles l’approche orientée document correspond au cas d’utilisation de ce projet. Les informations sont stockées sous forme de document semi-structuré, généralement au format JSON. La représentation des données est très flexible, car non définie par des contraintes d’intégrité. Généralement chaque SGBD utilise son propre langage de requête. On peut citer comme système de gestion de bases de données (SGBD) orienté document : MongoDB, Couchbase…**

**Dans le cadre de ce projet, les deux approches peuvent être envisagée, le choix final a principalement été motivé selon les contraintes d’utilisation de ressource de l’application. Le fait d’exécuter un serveur (SGBD) en parallèle de l’application est relativement couteux en terme ressources et fait peu de sens puisque seule l’application y accélèrerait localement, le choix d’un serveur est ainsi trop conséquent pour l’utilisation finale qui en sera faite. Cependant, il existe des systèmes de gestion de base de données dits « embarqué » (embedded database) qui proposent des bases de données sans serveur intégrée à l’application, la base de données est généralement stockée sous la forme d’un unique fichier.**

**Parmi les systèmes de base de données relationnels embarquées, on peut citer le plus connu et très populaire SQLite. Pour l’approche orienté document, l’offre est moins convaincante : le principe revient à écrire dans un fichier JSON. La plupart des SGBDR, dont SQLite, permettent de stocker des attributs à structure variables grâce à des attributs de type JSON, ceci pourrait être utile notamment pour stocker la configuration dynamique des modules.**

**Le choix final s’est donc porté sur l’utilisation d’une base de données embarquée relationnelle, dans la volonté de tirer avantage de l’intégrité et la cohérence des données.**

##### Modèle conceptuel

**Le modèle conceptuel suivant regroupe les éléments concernés par la base de données :**

**TODO : MCD**

L’application doit être capa

Afin d’assurer la persistance des données en cas d’arrêt de la passerelle, une base de données devra être mise en place. Elle permettra de stocker les données suivantes :

* Utilisateurs : comptes pouvant se connecter à l’application web
* Modules : État d’activation des modules et leur configuration actuelle.
* Dashboard : Configuration du tableau de bord crée par l’utilisateur, ainsi que la gestion des écrans multiples.

Il sera nécessaire d’établir quel système de gestion de base de données utiliser..

#### **Module « Proof Of Concept »**

**Un des objectifs de ce travail est de prouver l’intérêt et la fonctionnalité de la solution proposée, ceci sera fait par la réalisation de plusieurs modules, dont un proposant une intégration concrète avec le logiciel Composal de la société YALK. Ce module démontrera la capacité à pouvoir développer des modules permettant de créer des interactions entre des dispositifs interne vers une application d’une entreprise.**

**Quelques petits modules seront également développés en cours de projet, pour valider le fonctionnement des différents scénarios d’utilisation de la passerelle. Si le temps le permet, d’autres modules plus concrets pourront être développés.**

*****Intégration avec le logiciel Composal*****

**Le logiciel Composal est doté d’une fonctionnalité de timbrage. Lorsqu’un employé arrive au travail ou sur une intervention, il se rend sur l’application pour démarrer sa session de travail (pour « timbrer »), son temps de travail est ainsi chronométré jusqu’au prochain timbrage ou sa modification sur l’application.**

TODO : Capture logiciel timbre

**L’objectif de ce module POC sera de proposer l’intégration d’une timbreuse physique, fonctionnant sur la base d’un lecteur RFID. Cette timbreuse, reliée par USB à la passerelle, lira la « carte » de l’employé et transmettra les données à la passerelle. Le module POC sera chargé de traiter les données reçues puis d’envoyer des requêtes sur l’API de Composal pour déclencher le timbrage de l’utilisateur concerné, s’il a déjà timbré, la requête clôturera la période de travail.**

**L’API de Composal propose déjà des endpoints permettant de d’effectuer le timbrage d’un utilisateur.**

Pour exploiter au plus possible les fonctionnalités offertes par la passerelle, l’affichage du module devra régalement réagir aux interactions avec le lecteur RFID. Il serait possible d’afficher les informations de l’utilisateur venant de timbrer et d’afficher divers messages personnalisés.

TODO Ajouter interactions avec écran tactile pour clavier ?

TODO : parler des autres proposition

L’entreprise à fourni plusieurs idées de use case pour la réalisation d’un module concret, permettant

TODO : Choix de plusieurs idées de modules PoC

**Interactions entre les composants**

EventEmitter (Pattern Observer)

http (frontend – backend)

aspect evenement orienté serveur

Server Sent Events vs WebSockets

API keys

JWT

ServerSide rendering ?

**Serveur**

API accessible au réseau local

Rest ?

Interface

Application web client

Listes des fonctionnalités par pages

L’analyse de tous les points précédents permettent de modéliser conceptuellement l’architecture complète.

TODO : ajouter DB au shéma

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

### Planification

**Le projet se déroule du lundi 20 février au juillet 27 juillet 2023. Une présentation viendra finalement clôturer ce travail en septembre 2023.**

#### **Livrables**

**Plusieurs livrables sont attendus :**

* **Un rapport intermédiaire, détaillant le travail produit jusqu’à cette étape, au 26 mai.**
* **Un rapport final, détaillant le travail complet du projet, au 27 juillet.**
* **Un résumé publiable ainsi qu’une affiche, permettant de présenter et verbaliser le projet.**
* **L’application, selon les critères explicités précédemment.**

#### **Étapes**

**J’ai choisi de travailler sous forme d’étapes basées sur les diverses fonctionnalités de l’application. Ces étapes, généralement d’une durée de 1 à 3 semaines tout au long du projet, me permettent de d’avancer rapidement en priorisant les fonctionnalités principales d’une partie bien définie de l’application.**

**Il s’agit d’un bon moyen pour prioriser les fonctionnalités ainsi que pour faire un retour concret au mandant et au professeur à chaque fin d’étape. Après avoir isolé tous les besoins (point 2.1), j’ai choisi de décomposer le projet selon le modèle suivant :**

*****Étape 1*** *– 20.02 au 03.03 – Cahier des charges***

**Cette première étape consistera à établir les besoins avec le mandant, de manière à rédiger un cahier des charges du projet.**

*****Étape 2*** *– 04.03 au 17.03 – Architecture et outils***

**L’objectif sera d’analyser les besoins pour en extraire les différents composants de l’application et de mettre en place une première architecture. Il s’agira ensuite de choisir les technologies et de créer la base de code utilisée pour le projet, ainsi que la mise en place des différents outils.**

*****Étape 3*** *– 18.03 au 07.04 – Prototypages, test et analyse***

**Dans cette itération, l’objectif sera de d’effectuer différents prototypes, visant à évaluer la faisabilité et d’obtenir une base d’architecture exploitable. Il sera potentiellement nécessaire de comparer plusieurs approches et de comparer leur intérêt.**

*****Étape 4*** *– 08.04 au 21.04 – Modules***

**L’étape portera sur la modélisation et l’implémentation des fonctionnalités relatives aux modules. Étant l’élément central du projet, la bonne conception de cet aspect est très critique. La création d’un premier module simple pour prouver le fonctionnement de l’intégration de modules est à prévoir.**

*****Étape 5*** *– 22.04 au 14.05 – API et backend***

**L’accent sera mis sur les fonctionnalités côté serveur, telles que la définition de l’API, l’intégration de la base de données et l’authentification. Le développement d’un module « PoC » sera effectué.**

*****Étape 6*** *– 15.05 au 26.05 – Refactoring et rapport intermédiaire***

**Cette courte étape permettra d’effectuer du refactoring du code existant, puis de terminer la rédaction du rapport intermédiaire de projet. Le rendu de ce rapport marquera le passage à l’étape suivante.**

*****Étape 7*** *– 27.05 au 18.06 – Frontend***

**L’objectif sera d’assembler l’interface de manière à ce qu’elle offre les fonctionnalités nécessaires qui n’ont pas encore été complètement implémentées dans les sprints précédents. Ceci comprendra entre autres la mise en place de l’authentification ainsi qu’en grande partie la configuration du tableau de bord et son affichage sur l’interface de visualisation. Le 18 juin marque la fin du semestre académique, le temps attribué à la réalisation du projet sera désormais de 5 jours par semaine.**

*****Étape 8*** *– 19.06 au 21.06 – Refactoring et documentation***

**Le début du travail à plein temps sur le projet sera une bonne occasion de prendre du recul sur le travail accompli jusqu’à présent et d’effectuer une session de refactoring et de documentation.**

*****Étape 9*** *– 22.06 au 09.06 – Finalisation et tests***

**Cette étape permettra de terminer les fonctionnalités si nécessaire, et d’effectuer des tests globaux sur l’application afin de pouvoir juger sa performance et sa capacité et s’exécuter de manière autonome. Le temps à disposition permettra également la rédaction de la documentation et du rapport de projet.**

*****Étape 10*** *– 10.06 au 27.07 – Livrables***

**L’objectif cet ultime étape sera de clôturer le projet en retravaillant les éventuels derniers détails d’implémentation, mais principalement la finalisation de rédaction du rapport final et des autres livrables attendus.**

### Prototypes et essais effectués

**Durant cette phase initiale d’analyse, j’ai effectué une série d’essais d’architecture et de technologies relativement variés. Ces essais, plus au moins concluants, m’ont permis d’évaluer et d’assurer mes choix de technologies et d’architecture finaux. Ce chapitre détaille les différents prototypes réalisés pour analyser la faisabilité des différentes approches.**

**Deux architectures pouvant répondre aux différents besoins de l’application ont été prototypées afin de départager le choix final. Ces deux architectures répondent au besoin de fonctionnement de manière locale sur un réseau privé de l’utilisateur, sans dépendre de la conception de services externes à ce réseau et permettent de répondre aux besoins finaux de l’application.**

#### **Architecture serveur HTTP**

**La première approche envisagée consiste en une architecture relativement classique, composée d’un serveur HTTP, offrant une interface web ainsi qu’une API. Ce serveur, fonctionnant sur la passerelle, offre une API pour gérer les intégrations avec l’interface utilisateur et également de permettre à des dispositifs locaux (LAN) de communiquer avec la passerelle au travers du protocole HTTP.**

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

TODO

Là où l’architecture devient

Définir les moyens de communications

#### **Architecture Electron.js**

**La seconde approche consiste en l’utilisation de la plateforme Electron.js. L’utilité première d’Electron et de permettre de créer des applications multiplateformes en utilisant un écosystème de technologies web, telles que HTML, JavaScript, Node.js et divers Frameworks comme React ou Vue.js.**

**Une application Electron est basée sur Chromium, l’application s’exécute donc dans un navigateur dans une application native sur un poste client.**

**N’étant pas familier avec cet écosystème, j’ai choisi de réaliser un prototype de mon application afin d’évaluer si une architecture correspondant aux attentes du projet pouvait être réalisé avec Electron.**

**L’environnement Electron impose une architecture stricte, notamment en différenciant de manière très distinctes les composants ayant accès à l’environnement Node.js. On distingue notamment une séparation entre les composants Process (coté serveur) et les Renderers (côté client) :**

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

**Les Process sont tout simplement des processus Node.js, chaque tâche nécessitant l’utilisation de ressources plus ou moins importante doit être exécuté dans un processus enfant. Dans le cas de ce projet, chaque module actif de la passerelle doit ainsi être exécuté dans son propre contexte**

**Au niveau de l’interface, l’architecture est également séparée en plusieurs processus de rendu (renderer). Chacun de ces renderers s’exécute dans un contexte différent, sous la forme d’un onglet caché du navigateur, de ce fait les interactions directes entre les processus de rendus ne sont pas possible. Pour communiquer entre les processus et les rendus, Electron utilise des canaux inter-processus (IPC).**

**Un IPC dans Electron est un mécanisme de communication permettant l’échange de données entre les différents processus de rendu et le main process, sous la forme de canaux bidirectionnels synchrone et asynchrone.**

**L’approche Electron propose des avantages intéressants dans le cadre de ce projet :**

* **Auto-updater : permet à l’application se mettre à jour automatiquement selon un dépôt distant**
* **Application packagée dans un unique exécutable : ceci facilite grandement le déploiement et l’installation de l’application sur la passerelle**
* **Une bonne isolation des contextes d’exécution de chaque module grâce à l’architecture imposée.**

**Sur ces points cités, cette architecture semblait prometteuse, mais les contraintes et inconvénients qu’impose Electron risquaient de pouvoir à tout moment menacer le bon déroulement du projet en cas de non-compatibilité des directives Electron, relativement strictes, avec l’entièreté des fonctionnalités de ce projet. Ce cas est d’ailleurs arrivé lors du prototype, car l’architecture d’Electron ne permet d’exposer l’application sur réseau, il est donc nécessaire s’ajouter un serveur HTTP pour rendre l’interface et l’API accessible. L’ajout de ce composant rend l’architecture de l’application incohérente et va à l’encontre de l’utilisation prévue d’Electron.**

#### **Choix**

**Comme décrit au point précédent, Les limitations de l’architecture Electron ont donc été atteinte au stade de prototype et ne remplissent pas les critères et fonctionnalités imposés par le projet. La première architecture, plus classique mais surtout moins restrictive a été retenu comme approche pour l’implémentation du projet.**

### Choix technologiques

#### **Choix généraux**

**Pour l’implémentation de ce projet, j’ai choisi de travailler avec le langage TypeScript. TypeScript est une extension de JavaScript qui ajoute des fonctionnalités de typage statique au langage. Les avantages d’un typage statique sont bien connus : les erreurs sont détectées plus rapidement (à la compilation), la robustesse, la lisibilité et la maintenabilité du code en sont grandement améliorées. Grâce à cela, TypeScript corrige de nombreux problème que l’on peut rencontrer lors du développement avec JavaScript, ces avantages deviennent encore plus appréciables lors que l’application gagne en complexité.**

**Étant donné que TypeScript est une extension de JavaScript, il est un langage idéal dans la conception d’application web, principalement côté client, mais également du côté serveur. Ainsi, j’ai choisi d’utiliser ce langage pour l’entièreté du projet, de manière à conserver un écosystème cohérent et à pouvoir profiter de technologies et librairies communes au backend et au frontend.**

**De manière globale au projet, j’utilise la librairie de testing Jest. Il s’agit d’une librairie très complète et facile d’utilisation pour établir des suites de test automatisés et s’assurer d’un bon fonctionnement de l’application.**

#### **Backend**

##### Node.js

**Pour le développement d’application JavaScript / TypeScript côté serveur, il est nécessaire d’utiliser l’environnement d’exécution Node.js. Node est basé sur le moteur JavaScript V8 et offre un écosystème extrêmement complet, notamment réputé pour sa large collection de modules et sa performance. Node.js fonctionne sur un modèle d’asynchronisme, ce qui permet de gérer efficacement de nombreuses connexions simultanées sans bloquer le processus principal, ceci est particulièrement apprécié dans les applications web. Les fonctionnalités d’accès natif et unifié aux API du système d’exploitation est également un point fort de cet environnement.**

##### Express.js

**Pour implémenter le serveur HTTP, responsable de servir l’application ainsi que l’API au réseau local, j’ai choisi le Framework Express.js. Offrant toutes les fonctionnalités nécessaires à la conception d’une application web tout en étant très léger et simple d’utilisation, Express est un outil majoritaire adopté par la communauté Node.js, ce qui en fait un choix pertinent pour ce projet.**

**Bien qu’il existe de nombreux Framework Node.js offrant un bien plus grand écosystème (Nest.js, pour n’en citer qu’un), la simplicité et la flexibilité ont été préférée dans ce projet, afin de garder un contrôle de la courbe d’apprentissage liée à ce genre de grand Framework.**

##### SQLite

**Comme défini au point 2.1.5 de l’analyse, l’approche adoptée pour la conception de la base de données dans l’application est l’approche relationnelle. Le choix du système de gestion de bases de données relationnelle (SGBDR) s’est ainsi porté sur SQLite. L’intérêt de SQLite est de ne pas reposer sur un serveur, comme sont généralement conçus les autres SGBDR (PostgreSQL, MySQL) mais d’être directement intégrable dans un logiciel sous forme d’un unique fichier, indépendamment de l’environnement d’exécution du programme. Ainsi, un important gain de ressource est obtenu grâce à l’utilisation de SQLite. L’application ayant un besoin d’autonomie et de s’exécuter sur une architecture relativement limitée en termes de ressources, le choix de SQLite, dont les objectifs répondent parfaitement aux besoins de l’application, est un choix évident et parfaitement adapté pour ce projet.**

#### **Frontend**

##### React

**React est une librairie JavaScript open source, conçue pour faciliter la création d’interface utilisateur. Les application React sont dites SPA (Single Page App) et se démarquent par les aspects suivants : Une SPA s’exécute entièrement sur le navigateur du client. Un seul fichier HTML est chargé par le navigateur, ceci explique le terme de Single Page App. Les interactions, la modification des données et la navigation s’effectuent ainsi sans rechargement de page grâce à un système de rendu virtuel.**

**L’approche de React est dite Component Based Development. Il s’agit d’un paradigme dans laquelle une application est conçue en assemblant des composants, dans l’objectif que chaque composant soit réutilisable, facilement maintenable et évolutif. React se différencie des autres Framework SPA comme Vue.js ou Angular, car il se défini plutôt comme une collection d’outils permettant de concevoir des composant, plutôt qu’être un Framework complet définissant une structure et approche stricte. La popularité actuelle de React et son écosystème très riche en fond un choix logique pour la création d’application web client.**

**Un composant React est défini en tant que fonction, retournant un élément JSX. JSX (JavaScript XML) est une extension de la syntaxe HTML permettant d’intégrer du code JavaScript et HTML dans un même fichier, ceci permettant d’avoir du contenu, des attributs et du style dynamique en fonction de l’état (données) d’un composant. Voici un exemple d’un composant React simple, retournant un bloc JSX :**

export default function Example() {

return (

<section className='example-section'>

<h1>This is an example</h1>

<OtherComponent property={'test'} />

</section>

)

}

**Bien que la ressemblance entre le JSX et HTML soit forte, il est nécessaire de compiler le JSX en JavaScript afin que les navigateurs puissent l’interpréter.**

**React offre également des fonctionnalités utilisable côté serveur, notamment le pré-rendu statique et le rendu côté serveur (SSR), permettant de transformer des composant React défini en JSX en contenu HTML statique afin de soulager une partie du travail de rendu du navigateur.**

##### TailwindCSS et DaisyUI

**Afin de rendre l’interface ergonomique et agréable d’utilisation tout en économisant du temps sur son implémentation, TailwindCSS a été choisi comme Framework CSS pour le développement de l’interface utilisateur. TailwindCSS adopte une approche dite utilitaire, à l’inverse des approches de composant prédéfinis généralement offertes par les Frameworks CSS concurrents (Bootstrap, Bulma…). Cette approche consiste à utiliser des classes CSS individuelles fournie par le Framework, plutôt que de choisir des composants parmi une collection prédéfinie. On obtient donc une liberté et personnalisation très flexible et un résultat visuel se distinguant des composants prédéfinis.**

**Le choix de TailwindCSS relève surtout d’un choix personnel, ayant déjà travaillé avec et préférant cette approche utilitaire. Afin de gagner du temps sur la conception de l’interface, le plugin DaisyUI a été ajouté à TailwindCSS afin d’avoir à disposition quelques composants prédéfinis offrant néanmoins une personnalisation totale.**

**Voici un exemple d’un bouton défini avec TailwindCSS :**

<button class="inline-block cursor-pointer rounded-md bg-gray-800 px-4 py-3 text-center text-sm font-semibold uppercase text-white transition duration-200 ease-in-out hover:bg-gray-900">Button</button>

**Et avec DaisyUI:**

<button class="btn">Button</button>

**Le résultat sera identique avec les deux approches, On constate donc que DaisyUI permet d’alléger le nombre de classe utilitaire à définir :**

Une image contenant texte, Police, logo, symbole

Description générée automatiquement

### Méthodologies et outils

Ce chapitre explore les aspects relatifs aux besoins non fonctionnels et aux méthodologies logicielles et de travail adopté durant la réalisation du projet.

#### **Monorepo**

**L’approche Monorepo (monolithic repository) est une manière d’organiser la structure du projet, de façon à ce que tous les composants de l’applications soient regroupés sur un unique dépôt de code (repository). Cette approche offre beaucoup d’avantage dans le cadre de ce projet : la gestion centralisée facilite le partage des dépendances et de pouvoir travailler sur tous les composants de manière globale, sans avoir besoin de publier de nouvelles versions des paquets pour pouvoir les utiliser comme dépendances.**

**L’écosystème Node.js et son gestionnaire de packet npm permet de mettre en place ce principe de monorepo grâce aux npm Workspaces. Les workspaces permettent d’isoler des différents modules afin que chacun puisse avoir ses propres dépendances, mais également de regrouper es dépendances communes, ce qui réduit la taille de dépendances finales. Cela permet également d’exécuter des commandes (test, build etc) sur tous les modules de manière centralisée. Les workspaces permettent tout de même de publié chacun des modules de manière indépendante.**

#### **CI / CD**

#### **Production**

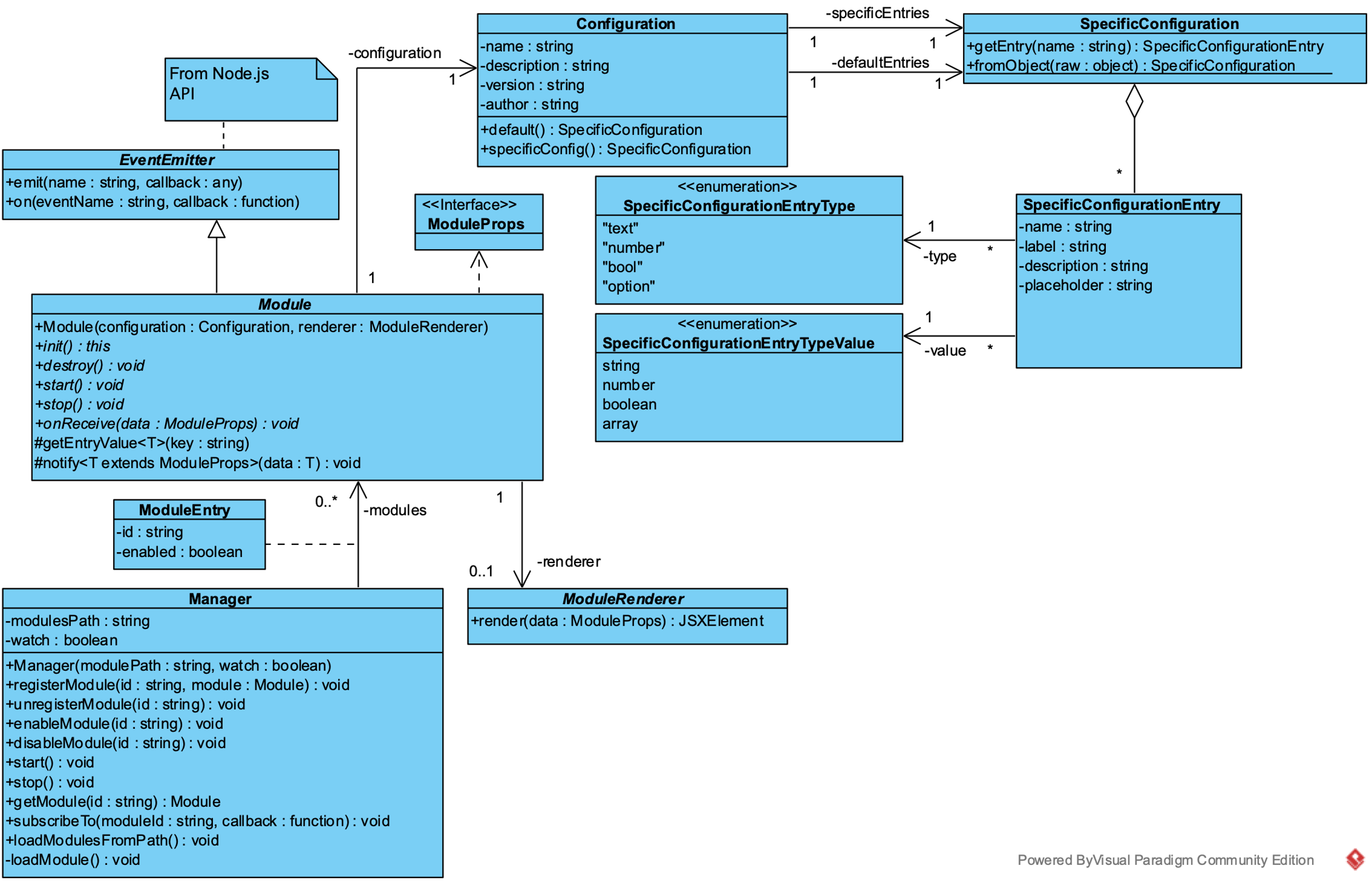
Support physique / déploiement sur Raspberry PI

Comment effectuer le déploiement sur le raspberry pi. Comment assurer le bon fonctionnement ? Docker ?

## Modélisation

La deuxième phase du travail a consisté en la modélisation logicielle des différentes fonctionnalités qui ont été déterminée lors de la phase d’analyse

Modélisation du système de module



TODO : Diverses explication

TODO : zoom sur le module :

* Système d’event
* Code d’exemples
* Structure d’un module (package) et objectif de sa mise a disposition (-> communauté / devs)

TODO : zoom sur la configuration

* Interet et configurable par user
* Fichier JSON

TODO : zoom sur Manager

* Point central

UMLs, graphiques

CI/CD

Schéma DB (modélisation) et explications

Monorepo

Mockups

Sérialisation des maps, configs etc

Structure d’un module : TS vers JS, 3 fichiers, fichier de type ?

**Mettre en avant l’aspect utilisateur, développeur / communauté**

Restrictions, limitations

## Implémentation

Dans ce chapitre, ….

### Backend

Authentification

Sécurité (mot de passes, clés) : argon2

Communication entre les éléments

Backend et frontend

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **HTTP Verb** | **URL** | **Description** |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## ??

## Conclusion

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Nicolas Crausaz**

# Bibliographie

DIRAC, Paul Adrien Maurice. «The Principles of Quantum Mechanics.» *International series of monographs on physics.* Clarendon Press, 1981.

EINSTEIN, Albert. «Zur Elektrodynamik bewegter Körper. (German) [On the electrodynamics of moving bodies].» *Annalen der Physik* 322, n° 10 (1905): 891-921.

# Annexes

**Glossaire**

**Index**

Adobe Illustrator, 1

Inkscape, 1

1. La note en bas de page (ou note de bas de page) est une forme littéraire, consistant en une ou plusieurs lignes ne figurant pas dans le texte. [↑](#footnote-ref-1)