



MEMOIRE PROFESSIONNEL

MANAGER EN INGÉNERIE INFORMATIQUE Spécialité Développement

PERNON Etienne

DEVELOPPEUR

Entreprise : PICC DEVELOPPEMENT

Tuteur : Fulhaber Simon

Adresse : 3 rue des Cigogne Entzheim

Fonction du tuteur : CTO

Mémoire conforme : ☐ OUI ☐ Non

Mémoire relu et validé par le tuteur _____

Date, cachet de l'entreprise et signature du tuteur :

Résumé

Table des matières

MANAGER EN INGÉNERIE INFORMATIQUE Spécialité Développement.....	1
Résumé	2
1. Glossaire	5
1.1 PICC Solution.....	5
1.2 Management d'entreprise	6
1.3 Développement de logiciel.....	7
2 Introduction	11
2.1 Contexte général et choix de l'entreprise	11
2.2 Présentation du cadre professionnel.....	11
2.3 Objectif de l'alternance.....	11
2.4 Présentation des missions réalisé.....	11
2.5 Structure du mémoire	11
3 Présentation de l'entreprise	12
3.1 Présentation globale de l'entreprise.	12
3.1.1 Historique et contexte général	12
3.1.2 Domaine d'activité.....	12
3.1.3 Positionnement sur le marché	13
3.2 Technologie de PICC Solution.....	14
3.1.1 Gestion et structuration de l'information	14
3.1.2 Technologie d'intelligence artificiel utilisé	14
3.2 Structure interne de l'entreprise	15
3.2.1 Organisation interne	15
3.2.2 Exemple de méthodologie de pilotage.....	16
4 Mission réalisées.....	17
4.1 Mise en place des entités personnalisé customisé.....	17
4.2 Refonte du module de procédure.....	18
4.2.1 Définition de la mission.....	18
4.2.2 Choix techniques et justifications	20
4.2.3 Méthodologie mise en œuvre.....	21
4.2.4 Analyse critique et réflexive	26
4.2.5 Liens avec la formation	27
4.3 Transition vers angular18 : mise en place d'une application hybride	28
4.3.4 Définition de la mission.....	28
4.3.5 Choix technique et justification	30

4.3.3	Méthodologie mise en œuvre.....	35
4.3.4	Évaluation et résultats obtenus.....	45
4.3.5	Analyse critique et réflexive	46
4.3.6	Compétences acquise et liens avec la formation	47
5	Conclusion et perspectives	49
	Références	50

1. Glossaire

Ce dictionnaire liste tous les termes technique et acronyme présent dans ce mémoire professionnel. Découpé par domaines il vise à comprendre le vocabulaire spécifique due à L'entreprise PICC Solution mais aussi plus largement celui du monde du management de l'entreprise et de l'ingénierie de l'informatique.

1.1 PICC Solution

Approche systémique

Méthode de réflexion scientifique basé sur la compréhension des objets comme étant un système composé d'élément en interaction. Cette méthode permet une vision collaborative en intégrant des points de vue différents.

Intelligence collective

Méthode de gestion de la connaissance basé sur un réseaux de connaissance et d'expertise. Elle encourage la synergie et l'auto-organisation. Elle permet chez PICC de modéliser les savoir-faire via la structure problème-solution.

Buisness Act Grand Est

Plan de relance et de transformation économique initié par la région Grand Est. Ce plan pousse à l'accélération la transition des entreprises vers des modèles durables, résilient et innovants.

SRDEII

Pour schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation. Document obligatoire fournie par toute les régions française depuis la loi NOTRe de 2015. Il définit la vision économique de la région.

KMAP

Pour Knowledge MAP, c'est une adaptation des cartes mentale intégrant les principes d'approche systémique et l'architecture problème solution.

Concept

Les concepts sont les problèmes et solutions qu'il est possible d'intégrer à un KMAP. Une fois posé ils représentent un schéma de pensée ou la construction d'une problématique.

Entités

Élément positionnable sur un KMAP. Elles représentent tous les éléments qui gravitent autour des concepts, cela peut être une machine, une personne de l'organisation ou des objet plus spécifique comme un cadre de gestion de projet.

Domain

Étiquette apposable sur n'importe quel concept ou entité, ils permettent d'associer un secteur d'activité, un service de l'organisation, une typologie de problème au éléments d'un KMAP.

Know-how management

Traduction littérale gestion du savoir-faire. Ensemble des techniques permettant l'agencement, la structuration et la mise à disposition des connaissances métier de l'entreprise. Cela comprend les KMAP, l'architecture problème-solution, l'utilisation de matrice Lean comme le RASCI.

1.2 Management d'entreprise

CEO

Acronyme anglophone désignant le Chef Exécutif Officer, c'est-à-dire la personne qui prend les décisions stratégie dans l'entreprise.

CTO

Acronyme anglophone désignant le Chef technique Officer, c'est-à-dire la personne qui a la responsabilité des choix technique de l'entreprise.

Industrie manufacturière

Largue sous ensemble de du secteur secondaire, ce type d'industrie vise à la fois les sites de transformation de bien que les entreprises de réparation et d'installation d'équipement.

Industrie 4.0

4^{ème} révolution du monde industriel après l'automatisation machine, l'industrie 4.0 consiste en interconnexion des machines à des systèmes d'informations complexe. Elle vise à optimiser les moyens de productions en utilisant l'internet des objets, la robotique, la réalité augmentée, l'intelligence artificielle et les Saas afin d'exploiter les données du big data.

Lean management

Méthode de management tiré du système de production de Toyota. Il vise à maximiser la valeur pour le client tout en réduisant les gaspillages.

Matrice RASCI

Outils de gestion de projet qui permet de définir les responsabilités de chacun sur un objet donné. Chez PICC elle peut être ajoutée à n'importe quelle entité permettant de savoir qui contacter pour obtenir des précisions.

1.3 Développement de logiciel

LLM

Pour Large Language Model est une technologie d'intelligence artificielle basée sur le Deep Learning. Elle consiste à entraîner un modèle sur de grands volumes de texte pour comprendre et générer du texte.

RAG

Pour Retrieval Augmented Generation est une méthode combinant la recherche d'information dans une base de données et la génération de texte via un LLM. Cette méthode permet de cadrer les réponses d'un modèle de langage qui apportera sa réponse en se basant sur la base documentaire de l'entreprise.

Agent IA

Programme capable d'interagir avec son environnement, récupérer des informations, raisonner, transmettre ces informations. Dans le cadre de PICC cette technologie est utilisée pour interagir en langage naturel via un LLM enrichie par un RAG.

Saas

Pour Software As A Service ou Logiciel en tant que service c'est un type d'application qui n'est pas installé sur machine d'utilisateur mais sur un serveur distant.

Big data

Désigne un ensemble de données qui par son volume nécessite d'être traité par des moyens numérique.

MES

Pour Manufacturing Execution System, c'est un logiciel qui relie, surveille et contrôle une chaîne de production en temps réel.

Plateforme IoT

Logiciel basé sur la technologie Internet of Things qui permet de collecter, analyser et exploiter les données issues des objets connectés. Chez PICC les données des capteurs IoT permettent de nourrir la base de connaissance du logiciel.

Framework

Pour cadre de développement en français, c'est une structure de base, des conventions et des outils intégrés qui permettent de simplifier le développement d'une application et évite de réinventer la roue.

Single Page Application (SPA)

Technologie Front End mise en avant par des Framework tel que Angular et React, elle permet le chargement d'une application Web depuis un page HTML qui sera mise à jour dynamiquement en JavaScript.

Frontend / client

Désigne la partie visible d'une application avec laquelle l'utilisateur va interagir.

Backend / server

Désigne la partie invisible d'une application qui se charge de créditer les authentifications, faire persister les informations ou encore connecter les utilisateurs entre eux.

Folder by feature structure

Méthode d'organisation du code qui consiste à regrouper les fichiers par fonctionnalités métier. A l'inverse on retrouve une organisation par type de fichier qui regroupe tous les composants d'un côté et tous les services d'un autre.

Rule Of One

Principe d'architecture qui incite à limiter chaque fichier à une seule responsabilité (class, composant, service) et permet un nommage plus explicite de chaque fichier.

TypeScript

Technologie permettant d'ajouter un typage fort dans le langage JavaScript qui en est usuellement dépourvue.

Module Javascript

Fichier de code isolé qui exporte une partie de sa logique via des classes, fonctions ou constante et qui peut être important dans un fichier javascript.

Modules loader

Mécanisme permettant de charger dynamiquement des modules JavaScripts et de réduire la taille initial d'une application.

Angular Materials

Ensemble d'éléments graphique prêt à l'emploi permettant d'accélérer la construction d'une interface utilisateur.

Dette technique

Désigne l'ensemble des compromis techniques fait à court terme ou choix pris il y a longtemps qui génèrent des coûts futures en matière de maintenance, performance et évolutivité.

CLI

Pour Commande Ligne Interface c'est un logiciel auquel on accède via le terminal et qui permet de d'exécuter des scripts. Le CLI d'Angular sert à créer des composants, lancer la compilation de l'application ou démarrer un serveur.

Compilation

Opération de transformation du code initial écrit par un développeur dans un langage compréhensible par la machine. Dans le cas d'Angular avec TypeScript la transformation se fait vers une version plus optimisée du code source.

Linting

Processus d'analyse du code permettant la détection d'erreur de syntaxe, des incohérences ou problèmes potentiels. C'est une lecture du code par un logiciel appelé Linter.

Application monolithique

Application considérée comme un bloc indivisible où toutes les parties ont une forte interconnexion les unes avec les autres. L'opposé est une infrastructure en micro-service où toutes les parties sont au maximum découplées les unes des autres et déployables individuellement.

Bootstrapping

Démarrer ou initialiser l'application, c'est le point d'entrée de l'application qui va régir la manière dont le reste du code sera exécuté / appelé.

Minification

Mécanisme consistant à réduire la taille finale du code source en supprimant les espaces, commentaires et formatage le rendant plus facilement lisible par un humain.

Obfuscation

Mécanisme consistant à rendre le code source d'une application le plus difficile à lire possible sans en altérer le fonctionnement.

2 Introduction

- 2.1 Contexte général et choix de l'entreprise
- 2.2 Présentation du cadre professionnel
- 2.3 Objectif de l'alternance
- 2.4 Présentation des missions réalisé
- 2.5 Structure du mémoire

3 Présentation de l'entreprise

3.1 Présentation globale de l'entreprise.

3.1.1 Historique et contexte général

PICC solution est une entreprise Suisse créée en 2020¹. Son histoire débute 15 ans plutôt avec un consortium européen réunissant Arcelor Mittal, Alstom et le gouvernement français. Motivé par le constat que l'Asie n'est plus seulement le lieu de la production industriel mais aussi celui de la recherche, il devenait urgent d'aider les entreprises européennes à innover plus facilement. Pour ce faire deux principes pour la génération d'idée vont être établis : le premier est que le moyen le plus efficace serait de travailler avec des personnes d'horizon et de culture différentes ; le second est que les idées devraient être sélectionnées via des procédés scientifiques et non biaisés par le charisme ou l'influence des personnes qui les ont portés.

Une équipe de 20 personnes composée de sociologues, psychologues et d'informaticiens est alors formée, dont Simon Fuhlhaber actuel CTO de PICC Solution, pour réfléchir à une approche systémique et non biaisée de l'innovation. Le résultat de cette recherche fut l'ébauche d'un logiciel qui sera racheté par les actuels dirigeants de PICC solutions, à savoir Contant Ondo CEO et Simon Fuhlhaber CTO. C'est ainsi que l'entreprise PICC pour Privet Innovation Compétence Center et plus tard sa branche française PICC développement basé dans le Grand Est furent créées pour améliorer la compétitivité des entreprises.

3.1.2 Domaine d'activité

Aujourd'hui, l'entreprise PICC agit sur plusieurs domaines d'activité à commencer par la gestion de connaissances industrielle². La maîtrise de son activité la connaissance et sa gestion permettent d'anticiper et de prendre des décisions rapidement. Pour ce faire les données doivent être : décloisonnées et accessibles dans un même système de gestion centralisée ; fiables car faisant partie d'une stratégie de management de la donnée impliquant des processus de nettoyage, de vérification et de mise à jour des données ; valorisées par un système de recherche efficace permettant le croisement et l'analyse, ainsi que transformables en indicateurs, prévisions ou alertes.

Face à la masse d'information récoltée et à sa complexité, l'intelligence artificielle est devenue un outil incontournable pour traiter et analyser ces ensembles de données. Cette technologie ne se contente pas seulement d'automatiser l'analyse de grand volume

¹ MSM. (2023, septembre 22). *L'intelligence collective au service des entreprises*.

<https://www.msm.ch/lintelligence-collective-au-service-des-entreprises-a-92c9b99b23c357114bd90d6e81d7086b/>

² PICC Solution. (n.d.). *Gestion des données : un levier incontournable de la transformation digitale*.

<https://www.picc-solution.com/fr/gestion-donnees-transformation-digitale/>

de données mais propose également leur restructuration via l'approche problème-solution. Cette méthode permet de proposer des actions concrètes qui seront validé par l'entreprise.

Enfin, PICC se concentre sur l'intelligence collective. L'objectif est simple, donner la possibilité aux collaborateurs de se concentrer sur les activités qui génère les plus de valeurs ajoutées pour l'entreprise. Dans la pratique c'est accéder aux savoir et aux savoir-faire de l'entreprise, être guidé dans la résolution de problème complexe, recevoir une assistance à la prise de décision, anticipé et résoudre les problèmes en proposant des solutions et enfin valoriser, capitaliser les retours d'expériences.

3.1.3 Positionnement sur le marché

Les entreprises manufacturières en pleine reconversion vers une industrie 4.0 sont le cœur du marché visé par PICC. Ces sociétés montrent un besoin croissant de dans le développement des outils informatiques au seins même de leurs chaines de productions. PICC s'inscrit comme un intermédiaire capable d'accélérer et d'optimiser la mise en place de solution lourde tel que les MES qui sont aujourd'hui indispensable pour leurs capacités à analyser en temps réel les données de production et a alerté en cas de problème³. Aujourd'hui des entreprises comme Berry plastiques ont pu accélérer leur virage vers l'industrie 4.0 en combinant gestion du savoir-faire technique, automatisation des processus, plateforme IoT et aide à l'innovation. En effet, la plateforme d'intelligence collective sert de complément aux services MES pour aider les responsables de performance industrielle à bâtir un plan d'action, notamment lorsqu'il se charge de plusieurs sites en même temps.

Dans une autre mesure PICC se positionne aussi au côté de collectivité territorial⁴ comme le Grand Est pour traiter de grande quantité d'information afin prendre des décision. Lors de l'initiative « Buisness Act Grand Est » ce sont 22 groupes de travail pour un totale de 600 personnes qui ont proposé des milliers de pages de rapport portant sur l'innovation après d'après COVID-19. PICC a alors pu analyser l'ensemble des contributions pour trouver 4 000 problèmes, 5 000 solutions et 14 000 relations autour des quatre thématiques suivantes :

- Le numérique
- L'accompagnement
- L'écologie
- La gouvernance

³ PICC Solution. (n.d.). *Industrie 4.0* <https://www.picc-solution.com/fr/utiliser-les-donnees-des-capteurs-iiot-dans-une-plateforme-dintelligence-collective/>

⁴ PICC Solution. (2023, juin 5). *Ils utilisent PICC : La Région Grand Est*. <https://www.picc-solution.com/fr/ils-utilisent-picc-la-region-grand-est-sappuie-sur-lia-pour-elaborer-son-srdeii/>

Ces analyses ainsi que le suivi des réunions de concertations et les SRDEII de toutes les régions françaises ont permis de mettre en lumière 70 millions de liens au travers de cette base documentaire. Dans un premier temps l'analyse documentaire automatique a permis d'identifier les sujets importants à traiter. Puis dans un second temps, l'analyse qualitative a permis de mettre en lumière des écarts de perception dans l'importance des effets potentiels que pouvait avoir chaque orientation stratégique.

3.2 Technologie de PICC Solution

3.1.1 Gestion et structuration de l'information

Les informations sont tout d'abord structurées dans un grand ensemble appelé carte des connaissances pour Knowledge Map ou KMAP. Cette forme particulière de Mind Map permet aux utilisateurs de noter leurs idées sur un canevas en posant des concepts, c'est-à-dire des Problèmes, des Solutions ou des Entités.

L'architecture de ces KMAP incite l'utilisateur à structurer sa réflexion en problèmes et en solutions ce qui permet de synthétiser les savoirs complexes. La réflexion se porte souvent sur un problème central puis évolue vers des sous problèmes, les solutions représentent alors des indications, des actions ou des pistes de réflexions qui peuvent à leurs tours entraîner de nouveaux problèmes.

L'écriture de cet arbre de possibilités n'est pas libre et demande de suivre une certaine logique. En effet, si un problème majeur peut créer une multitude de problèmes connexes ; une solution ne peut pas être la source d'une autre solution, c'est une erreur de logique car il doit nécessairement avoir un problème entre les deux solutions.

Au milieu de ces concepts abstraits, les entités quant à elles permettent de représenter le monde réel. Allant d'une personne dans l'organisation à une machine de la chaîne de productions, elles viennent connecter les différentes composantes d'une entreprise entre-elles. Un cas simple serait d'associer à une solution l'utilisation d'une procédure interne de l'entreprise, l'appel d'un membre particulier du personnel ou la vérification d'un composant d'une machine.

L'avantage et la puissance de PICC résident également dans la génération automatique de KMAP à partir de documents d'entreprise. La lecture de sources permet d'extraire des problèmes, solutions et entités, d'identifier des domaines pour catégoriser ces concepts et enfin relier ces informations au sein d'un KMAP.

3.1.2 Technologie d'intelligence artificielle utilisée

Tout d'abord PICC utilise les modèles LLM (Large Language Model) comme GPT-3 pour comprendre le langage naturel utilisé par les opérateurs, techniciens ou

ingénieurs. Ces modèles permettent d'interpréter des questions ouvertes, des descriptions informelles de problèmes, ou des demandes complexes exprimé avec un vocabulaire spécifique à l'entreprise.

Combiné à la méthodologie RAG pour (Retrival Augmented Generation), cette technologie permet la recherche d'information dans une base de données et de générer des réponses à partir de ces informations via un LLM. Cela permet à PICC de retrouver des cas similaires en matière de panne, solutions et incidents passés mais aussi de fournir des réponses contextualisé, validée et documenté, ce qui limite grandement les hallucinations inhérentes aux modèles de génération de texte.

Ces moyens ont permis d'améliorer grandement la structuration en problème solution en facilitant l'interconnexion entre un nouveau problème et une solution déjà existante. En comparant les problèmes nouveaux avec ceux rencontrés dans le passé la technologie RAG permet de renforcer la fiabilité des recommandations et l'apprentissage collectif de l'entreprise.

Enfin, l'exploitation des données industriel et l'IoT permettent un enrichissement conséquent de la base de données proposée aux modèles LLM. Ces données (Température, vitesse, pression) corrélées aux événements et aux retours d'expérience (intervention, baisse de qualité) permettent de proposer des diagnostics précis et des recommandations proactives.

3.2 Structure interne de l'entreprise

3.2.1 Organisation interne

PICC est une petite start-up comptant moins de 10 collaborateur actif simultanément, ces chiffres variant selon les besoins. A l'exception des alternants et des dirigeants, tous les contrats sont des prestations de services impliquant des auto-entrepreneur ou des micro-entreprise.

Il est possible de distinguer 4 types services au sein de PICC. La commercialisation s'occupant de trouver de nouveau acheteur, partenaire ou opportunité pour l'entreprise. La gestion de projet qui organise le suivie des entreprises partenaire, comprenant la prise en main du logiciel, la réalisation de tâche complexe ou spécifique sur le logiciel ou l'élaboration de nouveau procédé pouvant advenir à la commande de nouvelles fonctionnalités. Le développement logiciel qui s'occupe de l'amélioration continue, de l'optimisation et du développement des nouvelles fonctionnalités. Enfin, la direction stratégique définit les axes sur lesquelles la solution doit s'orienté en fonction de la demande de nos partenaires et de l'évolutions du marché.

La solution PICC dispose de ses propres outils de gestion de projet développés en interne et intégrés à notre logiciel. Utilisés à la fois par nos partenaires et par nos équipes, ils nous permettent l'organisation et le suivi de projet de taille conséquente. Basés sur des préceptes du Framework AGILE issu et le Lean management PICC associe l'utilisation d'un Kanban avec un tableau de suivi ainsi qu'un module d'analyse statistique.

Le Kanban nous permet d'organiser nos tâches quotidiennes en limitant le nombre de tâches simultanées. Il nous permet d'améliorer la visibilité des tâches et d'identifier rapidement les blocages. Il intègre aussi un mécanisme de validation entre chaque étape obligeant à compléter une procédure pour passer d'une tâche à la suivante.

Le tableau de suivi permet d'observer l'avancement des tâches d'un projet de manière plus précise en apportant un niveau de détail supplémentaire sur les ressources affectées ou les problèmes liés.

Ces outils sont directement présents à l'intérieur des KMAP et interagissent directement avec tous les concepts qui y sont renseignés ce qui permet l'intégration de la logique problème solution au sein même de la gestion projet, ainsi qu'une visualisation graphique des projets.

3.2.2 Exemple de méthodologie de pilotage

Comme précisé précédemment PICC fonctionne, pour ce qui est du développement logiciel, avec des petites équipes indépendantes, celle-ci bénéficie alors d'une grande autonomie. Voici donc un exemple de pratique de pilotage au sein des équipes de développement :

- **Réunion quotidienne** de 15 – 20 minutes (2 personnes), permettant de redéfinir les tâches quotidiennes et d'identifier les blocages.
- **Revue hebdomadaires** le lundi 30 minutes – 1 heure (3-6 personnes), pour prévoir les tâches de la semaine.
- **Revue hebdomadaires** le vendredi 30 minutes – 1 heure (3-6 personnes), pour rendre compte des tâches réalisées.
- **Session de pair programming** ponctuel 1h – 1h30 (2 personnes), pour faire avancer les blocages et identifier les points quotidiens.

4 Mission réalisées

4.1 Mise en place des entités personnalisé customisé

Description de la mission :

Importance des entités dans l'application. Les entités sont centrales dans l'utilisation de PICC => elle représente le réel. Au fil du temps, elle a pris une place de plus en plus importante, nos clients demandaient de représenter des objets de plus en plus spécifique et complexe. Dans un premier temps les entités personnalisé furent créées qui viennent s'ajouter aux entités de base. La structure de ces entités personnalisé était définie à la main dans le fichier de configuration de chaque déploiement, au format clef/valeur. Ainsi, chaque entreprise cliente avait ses propres entités personnalisé. Cependant, ce système présente des limites en termes de maintenabilité et de scalabilité.

Objectif de la mission :

Simplifier la mise en place de nouvelles entités personnalisé avec une interface graphique => disponible pour un utilisateur avancé du logiciel.

Faire persister le modèle de ces entités personnalisé dans la BDD

Unifier la gestion des entités

Former un chef de projet pour qu'il puisse créer et vendre de nouvelles entités personnalisé aux entreprises.

Organisation du projet :

Gestion cycle en V / water fall => petit projet

Choix technique :

Méthodologie mise en œuvre :

Entités personnalisé individuel

4.2 Refonte du module de procédure

4.2.1 Définition de la mission

4.2.1.1 Contexte général

L'entreprise Hutchinson est un groupe d'industriel filiale de TotalEnergies et spécialisé dans la fabrication de solutions multi-matériaux. Leader mondial dans la transformation d'élastomères, ils fournissent des secteurs comme l'automobile, l'aéronautique ou l'énergie⁵. Leurs produits incluent des systèmes antivibratoires, des solutions d'étanchéité et des systèmes de gestion des fluides⁶.

Dans la continuité de leurs stratégie d'amélioration continue, Hutchinson cherche à harmoniser ses processus internes. Leur objectif est donc de créer un référentiel de procédures standardisées tout en permettant des adaptations spécifiques dans leurs sites de production.

PICC étant en discussion avec l'entreprise Hutchinson pour lui vendre notre solution, cette dernière souhaite développer certaines parties du logiciel pour répondre à ses besoins. Ainsi, le module de gestion des procédures sera remanié pour qu'il soit à la fois standardisé et adaptable. Cela permettra de faciliter la diffusion et l'application des meilleures pratiques au sein du groupe. Les enjeux de cette mission seront donc :

- D'Assurer la cohérence des procédures au niveau du groupe tout en respectant les particularités locales
- Permettre une exécution collaborative des procédures avec une traçabilité et un suivi en temps réel
- Faciliter la mise à jour et l'évolution des procédures en fonction des retours d'expérience

4.2.1.2 Objectifs de la mission

Après avoir analysé le besoin de notre futur client Hutchinson nous avons défini une suite d'objectifs pour répondre à ces attentes. Bien que le module de procédures soit déjà fonctionnel il incombe d'apporter les modifications suivantes :

- Permettre de créer un référentiel commun à l'ensemble des sites de production

⁵ Wikipédia. (n.d.). *Hutchinson (entreprise)*. Wikipédia
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Hutchinson_\(entreprise\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hutchinson_(entreprise))

⁶ France Hydrogène. (n.d.). *Hutchinson – Annuaire des acteurs*. <https://vighy.france-hydrogene.org/annuaire-des-acteurs/hutchinson>

- Créer un mécanisme d'héritage au sein des procédures permettant la modification des procédures locales et la mise à jour par rapport aux procédures globales
- Améliorer la gestion des procédures en offrant une vue d'ensemble de toutes celles exécutées dans un contexte donné
- Ajouter un mécanisme de synchronisation en temps réel
- Permettre de visualiser en un coup d'œil l'avancement et les blocages
- Ajouter un système pour définir le rôle et la responsabilité de chacun vis-à-vis de chaque étape d'une procédure
- Permettre l'exécution partagée des procédures
- Ajouter un mécanisme de validation contrôlant les moments critiques de l'exécution

Ces modifications nous permettront d'apporter clarté et uniformisation dans l'exécution des procédures non seulement pour l'entreprise Hutchinson mais aussi pour tous nos clients qui bénéficieront de ces nouvelles fonctionnalités.

4.2.1.3 *Organisation du projet*

Pour réaliser ce projet nous avons privilégié le cadre Agile qui nous permettait de rester au plus proche de l'attente de nos futurs clients. Par le biais de Constant qui tenait le rôle de Product Owner nous avons la capacité d'ajuster le développement des fonctionnalités au fur et à mesure du projet. La définition de nos rôles n'était pas canon face au cadre Agile :

- Constant **Product Owner** : donne la vision globale du projet ; est en contact direct avec le client ; réalise des tests de mise en situation réelle ; propose des critiques sur le côté fonctionnel.
- Simon **Scrum Master et Manager Opérationnel** : Définit la liste des tâches, traduit les besoins en fonctionnalités, valide les choix techniques ; aide le développement en cas de blocage.
- Etienne **Développeur et Manager Opérationnel** : Définit la liste des tâches, traduit les besoins en fonctionnalités, propose des solutions.

Les outils ainsi que la méthodologie de pilotage utilisés sont définis dans la partie Organisation Interne de la présentation de l'entreprise (3.2.1 & 3.2.2).

4.2.2 Choix techniques et justifications

4.2.2.1 *Intégration de la matrice RASCI*

Nous avons ajouté la matrice RASCI dans la définition de chaque étape d'une procédure pour affiner la gestion des rôles attribués. Son objectif est de :

- Clarifier la responsabilité au plus petit niveau
- Garantir qu'une personne soit désigné comme responsable de chaque étape
- Permettre une exécution partagé mais contrôlé des procédures

La matrice est appliquée à chaque étape de la procédure, une étape ne peut être complétée que par un utilisateur désigné comme responsable. Les autres rôles sont moins exploités mais pourront à l'avenir avoir des droits spécifiques.

Le rôles disponibles dans cette matrices sont :

- R – Responsable : Exécution de l'étape
- A – Accountable : validateur final ou garant du résultat
- S – Support : Fournit des informations ou ressource
- C – Consulted : expert à consulter avant l'action
- I – Informed : reçoit des notification liées à l'étape

En intégrant un outil du Lean management au cœur de notre module nous nous attendons à réduire les ambiguïtés dans la gestion des connaissances pratiques et à aligner les standards de qualité et de conformité de chaque site. C'est aussi un moyen efficace d'encadrer un workflow qui peut être complexe une fois que l'exécution des procédures est autorisée.

4.2.2.2 *Utilisation de socket*

A l'origine l'actualisation des états des procédures se faisait via une requête envoyée au serveur avec un intervalle régulier. Ce mécanisme nous a causé certains problèmes notamment en test avec les clients qui ne voyaient pas apparaître immédiatement une procédure à laquelle il devrait pourtant avoir accès. Avec un besoin croissant dans ce module d'interconnectivité nous avons envisagé actualiser l'exécution des procédures via la socket client. Son objectif est de :

- Émettre des évènements pour notifier les changements d'état des étapes de procédures
- Diffuser des mises à jour à tous les clients pour s'assurer que l'information affiché est cohérente

Cette technologie permet d'améliorer l'expérience utilisateur grâce à des mises à jour instantané sans rafraîchir la page ou attendre la fin de l'intervalle entre deux requêtes. C'est aussi une réduction de la charge pour le serveur qui subissait des requêtes répétitives de la part de tous les utilisateurs, même lorsqu'aucun avancement n'avait été fait dans l'exécution d'une procédure. Enfin, cela facilite la collaboration entre utilisateurs puisque cette fonctionnalité nous a permis d'intégrer une vue dédiée à l'avancement de toutes les procédures en cours.

4.2.3 Méthodologie mise en œuvre

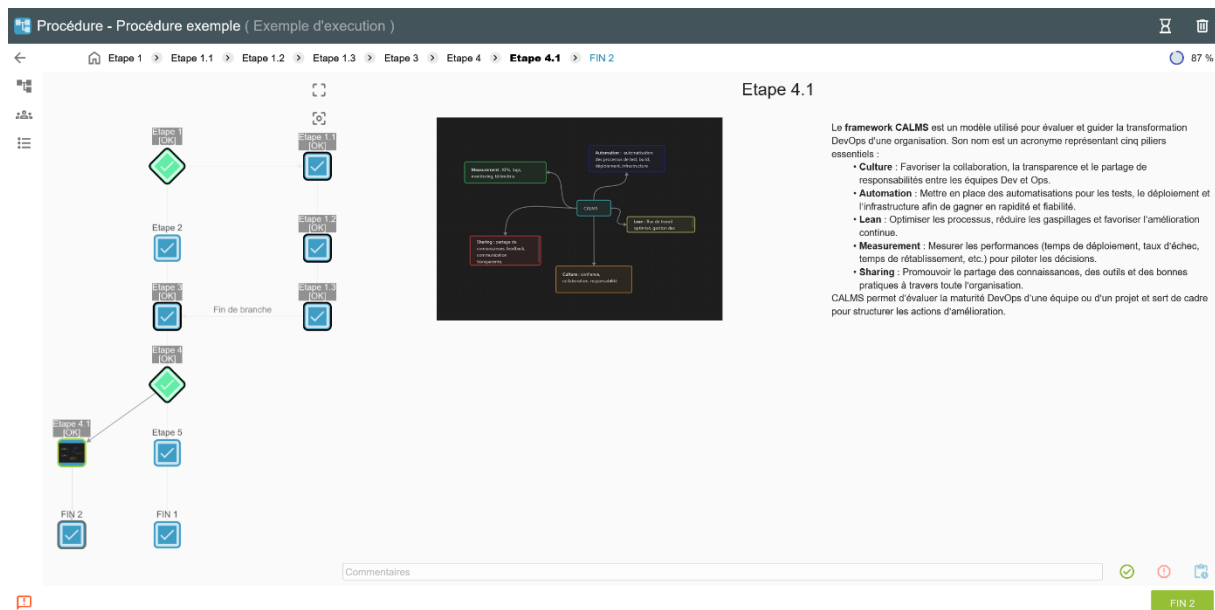
4.2.4.1 Procédure désordonné et mécanisme de validation

Avant la refonte, les procédures s'exécutaient toujours de manière séquentielle. L'utilisateur devait compléter chaque étape dans l'ordre de la première à la dernière sans pouvoir en laisser une seule pour plus tard. L'idée était d'apporter plus de souplesse dans l'exécution des procédures en permettant de compléter chaque étape dans n'importe quel ordre.

La modélisation des procédures se fait déjà sous forme de graphique orienté où chaque nœud est une étape et chaque arc la transition possible vers un autre nœud. Cette modélisation permet de générer des procédures complexes avec plusieurs embranchements et incluant des branches conditionnelles. La validation est alors simple puisqu'il suffit d'avoir un chemin reliant la première étape à la dernière. De plus cette validation n'a pas lieu d'être codé explicitement puisque les contraintes d'une procédure exécuté séquentiellement, ne pas pouvoir faire de saut entre les étapes et être obligé de valider une étape pour passer à la suivante, permettent à elles seul d'être sûr de la validité d'une procédure une fois arrivé sur l'étape de fin.

L'ajout des procédures désordonnées complique cette logique puisqu'il est possible de compléter l'étape de fin à n'importe quel moment de l'exécution. Il est aussi possible de valider une étape dans une branche conditionnel avant d'avoir passé le nœud représentant la condition.

Nous avons donc utilisé l'algorithme de Parcours en Profondeur pour trouver tous les chemins possibles entre le point de départ et le point d'arrivée. Nous avons aussi modifié cet algorithme pour qu'il exclut d'office tous les chemins ne comprenant pas l'étape courante, ce qui nous permet de réduire nos recherches au fur et à mesure de l'avancement de l'exécution.



EXEMPLE D'EXECUTION D'UNE PROCEDURE

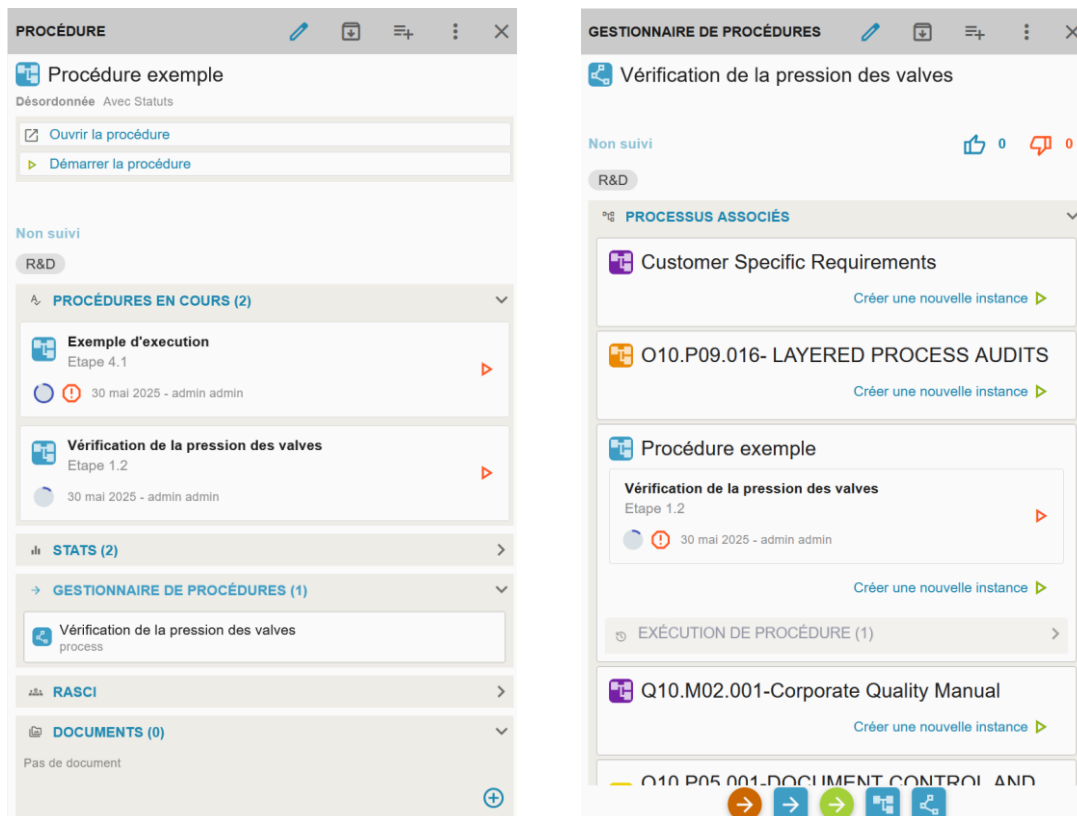
Une fois la liste de chemin possible trouvé il nous faut chercher le chemin le plus court comprenant un maximum d'étapes valide. En cherchant le chemin le plus court, nous nous assurons que le chemin prédéfinie se rapproche le plus de celui que l'utilisateur emprunte actuellement. Si l'étape courante n'est plus dans liste des chemins possible, c'est que l'utilisateur a changé d'embranchement, il faut alors recalculer les chemins possible.

Ce mécanisme permet à chaque étape de la procédure désordonnée de définir un chemin allant de la première à la dernière étape. Il est alors possible de valider une procédure une fois que toutes les étapes de ce chemin sont validées. Cela permet également d'ajouter de nouvelles fonctionnalités comme un fil d'Ariane, une liste des étapes et un pourcentage de complétion. Ces fonctionnalités sont fortement liées au chemin qu'emprunte l'utilisateur et sont amenées à être modifiées au fil de l'exécution de la procédure. En effet, en choisissant un chemin conditionnel le pourcentage de complétion diminue et la liste des étapes s'allonge.

4.2.4.2 Amélioration des outils de gestions des procédures

Avant la refonte, les procédures en cours d'exécution étaient affichées dans le panneau descriptif de l'entité procédure ainsi que dans la page d'accueil de l'utilisateur. Ce mécanisme ne permettait pas une gestion des exécutions par projet et pouvait même entraîner des surcharges d'éléments dans l'interface.

Pour pallier ces problèmes nous avons créé une nouvelle entité dédiée à la gestion des procédures. Celle-ci permet d'affilier une liste de procédure pour ainsi suivre l'exécution de toutes les procédures lancées depuis cette entité.



GESTION DES INSTANCES DE PROCEDURES AVEC ET SANS GESTIONNAIRE DE PROCEDURE

Le gestionnaire de procédures permet de segmenter les différentes instances de chaque procédures. En effet, dans l'onglet procédures en cours, toutes les instances de cette procédures qui sont lancées simultanément sont affichées. Bien que chaque instance dispose d'un nom, il devient vite compliqué de s'y retrouver. En revanche, dans les processus associés, seules les instances créées depuis cette interface apparaissent.

De plus, la mise à jour par socket permet de synchroniser l'état des procédures en temps réel assurant la cohérence des informations et une vue d'ensemble plus sécurisée.

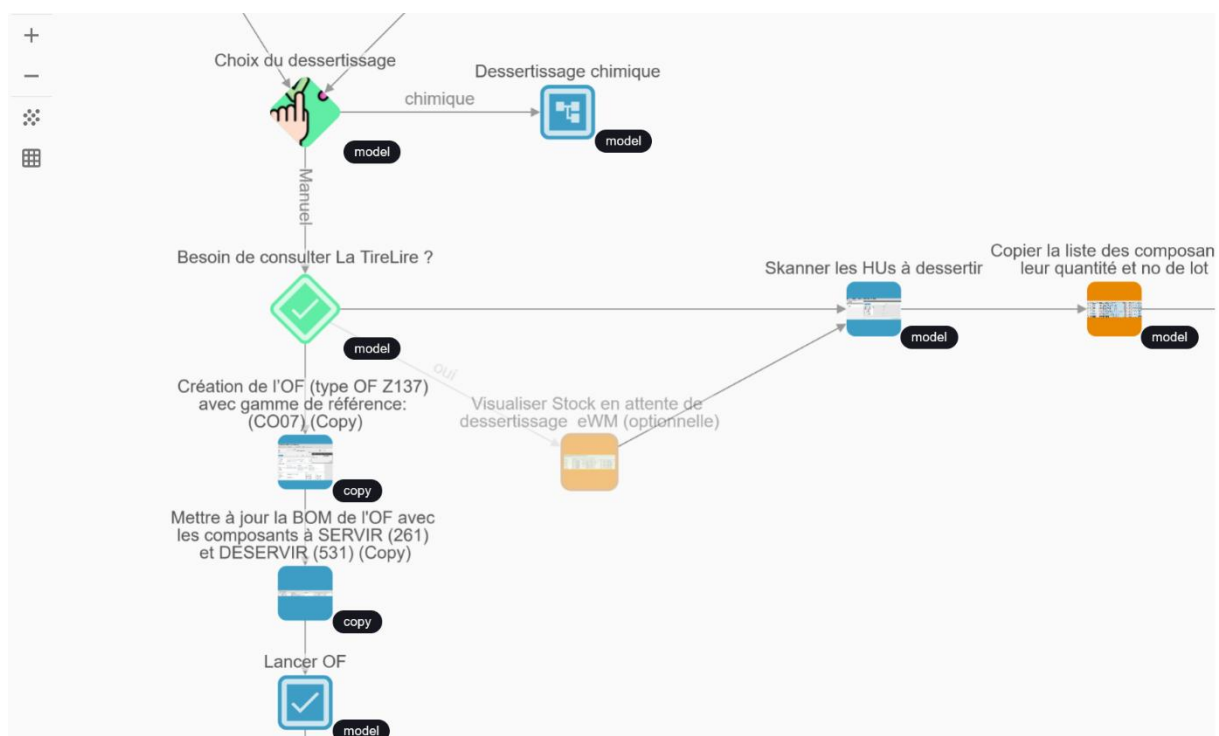
Enfin des statuts ont été ajoutés, ils permettent d'identifier en un coup d'œil les éventuels blocages sur une étape. Couplé à bar de progression de la procédure cette vue permet aux managers d'être plus réactif vis-à-vis de leurs équipes.

4.2.4.3 Intégration de l'héritage dans les procédures

La mise en place d'héritage dans les procédures permet leur standardisation et leur adaptation. L'entreprise peut définir des procédures modèles et autoriser leur adaptation dans un contexte local. C'est aussi un moyen de diminuer le nombre de doublons facilitant ainsi la maintenance de ces procédés standardisés.

En pratique une procédure modèle ne diffère en rien d'une procédure classique. L'utilisateur devra créer une suite d'étapes et de liens pour les relier. La relations parents enfant se crée lorsque cette procédure est copiée à partir d'un modèle. L'entité qui sera créé à la suite de cette évènement sera légèrement différents puisqu'elle bénéficie :

- D'élément graphique rappelant la provenance de chaque étape, local ou modèle
- D'affichage fantomatique de la procédure modèle lorsque des étapes sont supprimé
- De bouton supplémentaire permettant le retour à la version d'origine



AFFICHAGE D'UNE PROCEDURE LOCALE AVEC HERITAGE

En ce qui concerne la propagation des modifications, elles se font sans action de l'utilisateur lorsqu'une étape n'est pas modifiée. De même lorsqu'une étape est ajoutée dans la procédure modèle, elle sera ajoutée automatiquement si la procédure locale n'a pas modifié les étapes qui l'entourent. En revanche, si ces étapes ont été modifiées, la nouvelle étape apparaîtra de manière fantomatique dans la procédure locale. Enfin, lorsqu'une étape est modifiée dans la procédure locale et modèle, l'utilisateur peut choisir d'intégrer la nouvelle version de l'étape.

Cette gestion augmente la flexibilité dans la mesure où les sites de production peuvent apporter leurs modifications sans compromettre la standardisation globales. Le

coup en maintenance est aussi moindre puisque les mise à jour sont, autant que possible, propagé automatiquement.

4.2.4.4 *Problème rencontré*

Dans la première phase de développement nous nous sommes heurtés à des problèmes de complexité dans la gestion des types de procédures. En effet, nous utilisons 4 types de procédures ayant chacun des règles de navigation et de validation d'étapes différentes. A ce stade l'organisation du code ne permettait de gérer cette diversité, ce qui entraînait des incohérences dans la l'exécution et la validation. Les 4 type de procédures utilisés sont :

- Ordonné sans statut
- Ordonnée avec statut
- Désordonné sans statut
- Désordonné sans statut

Les étapes ont alors fait face à des problèmes de validation. Les mécanismes de navigation et de validation étaient tout d'abord partagés et s'adaptent mal aux différents types de procédures. Les sauvegardes et les statuts ne s'appliquent pas au même moment, d'autant plus qu'en fonction du type de procédure ces mécanismes sont parfois automatiques. Ainsi, chaque ajout demandait trop d'attention pour ne pas enrayer le mécanisme d'un autre type de procédure.

Le projet a donc souffert de l'apparition de nombreux bugs dû à l'incohérence dans la gestions des différents types de procédures, ce qui a affecté la fiabilité du module. Ces problèmes ont causé des retards en vue de à la complexité de développement et de la résolution de bug. Ces problèmes ont aussi impacté la satisfaction et la productivité des utilisateurs finaux en phase de test. Pour répondre à ce problème, nous avons revu l'architecture de notre module en veillant à bien séparer le code liée à chaque type de procédure. Le mécanisme de validation d'une étape a lui aussi été revu pour être en harmonie avec le gestion des statuts. Enfin, nous nous sommes concentrés sur la formation des utilisateurs en internet qui devait interagir avec un système bien plus complexe et l'expliquer au client.

4.2.4 Analyse critique et réflexive

4.2.4.1 Points forts de la mission

Cette mission a un intérêt stratégique important puisqu'elle consiste à adapter un module clef du logiciel dans le cadre d'une négociation commerciale avec un client. C'est aussi l'opportunité d'aligner notre application sur les standards industriels. Apport qui pourra s'étendre à l'ensemble de nos clients et crée un avantage concurrentiel durable.

De par l'introduction de concept avancé, avec la théorie des graphiques pour modéliser les procédures et la mise en place d'un algorithme de parcours en profondeur pour détecter les chemins valide en temps réel. Nous avons apporté une détection dynamique des embranchements conditionnels améliorant la robustesse du système.

Nous avons aussi amélioré l'UX et rendu les exécutions plus traçables via des statuts d'étape, indicateur de progression et fil d'Ariane. Nous avons aussi facilité la gestion des exécutions permettant à un manager de suivre l'avancement de ces équipes en un coup d'œil. Avec cela la synchronisation en temps réel apporte un réel plus indispensable pour une expérience utilisateur fluide. Enfin le système de visualisation fantôme fonctionne bien pour permet de toujours visualiser l'héritage dans l'éditeur de procédure.

4.3.4.2 Axes d'amélioration et leçon apprises

Nous avons fait face à une complexité grandissante du module à cause des différents types de procédures et des logiques de validation historiquement partagées. Ces problèmes sont dû à un manque d'anticipation vis-à-vis de l'architecture du module, celui-ci n'était pas conçu pour gérer différents modes de navigation et de validation. Ainsi, la nécessité de restructurer en partie de module à entraîner un retard non négligeable dans le développement.

A l'avenir il nous faudra porter plus d'attention à la structure du code, notamment lorsque plusieurs workflow se croisent. Mais aussi d'isoler les responsabilités, c'est-à-dire définir clairement les parties de code qui seront utilisées par tous les types de procédures et celles qui seront spécifiques à un type.

D'un autre côté, les feedbacks régulier via les tests de notre Product Owner nous ont montré l'importance des mises au point permis par la méthode agile. Ceux-ci on permet de faire des ajustements dans la manière dont on avait d'envisager la solution.

4.2.5 Liens avec la formation

Liens avec la formation M2I	
Référentielle	Compétence éprouvé
Bloc 1 – Analyse stratégique du SI	Identification des faiblesses structurel et incohérence fonctionnelles
	Intégration des pratiques du Lean management
Bloc 2 – Conception et Déploiement	Compréhension du besoin du client
	Utilisation de la théorie des graphes
	Développement de fonctionnalité (héritage, synchronisation)
	Réorganisation structurelle du module
Bloc 3 – Pilotage de projet complexe	Collaboration avec plusieurs acteurs, PO et testeurs
	Projet agile, interaction et adaptation des livrables
Bloc 4 – Intégration de technologie complexe	Utilisation des sockets pour la mise à jour en temps réel
	Utilisation d’algorithme de parcours de graph modifié
	Gestion de l’héritage des procédures
Bloc 5 – Veille, documentation, communication de projet	Accompagnement et formation des équipes au nouvelle fonctionnalité

4.3 Transition vers angular18 : mise en place d'une application hybride

4.3.4 Définition de la mission

4.3.1.1 Contexte général

AngularJS est un framework javascript créée en 2010 par Misko Hevery qui est alors ingénieur chez Google⁷. Pendant les 6 prochaines années cet outil sera massivement utilisé par des millions de sites web au point qu'il deviendra un incontournable des Single Page Application⁸. Cependant pour résoudre des problèmes de structure qui freinent son intégration à des projets plus récents le framework est recréé de zéro avec Angular2.0 en 2016.

Depuis le 31 Décembre 2021 l'entreprise Google, qui avait montré un rôle actif dans le développement d'AngularJS, annonce officiellement la fin de son support. Cela implique⁹ :

- **Des vulnérabilités de sécurité**, les nouvelles failles ne seront plus corrigées.
- **Des problèmes de compatibilité**, les nouvelles versions des navigateurs pourraient ne plus être compatibles avec AngularJS qui nécessiterait une mise à jour rapide.
- **Amoindrissement du support communautaire**, on peut s'attendre à une baisse significative du nombre de développeurs sur cette technologie diminuant l'entraide.
- **Absence de nouvelle fonctionnalité**, les nouvelles bibliothèques ne seront pas compatibles AngularJS

Cette annonce est un problème stratégique majeur pour l'entreprise PICC qui base tout son Frontend sur la technologie AngularJS. Au total c'est 3 applications pour un peu plus d'une dizaine de modules qui seront affectés.

Le maintien d'AngularJS freine la modernisation de l'architecture logicielle telle que la Rule Of One ou folder by feature structure qui sont des concepts modernes facultatifs devenus obligatoires dans l'architecture Angular2+. C'est aussi l'absence de nouveaux outils tels que TypeScript ou l'utilisation de modules loaders. Enfin, c'est un frein au développement des compétences des équipes qui travaillent sur une technologie qui a déjà périclité.

⁷ Amiltone. (n.d.). *Angular et le développement web*. <https://www.amiltone.com/tech-place/angular-et-le-developpement-web>

⁸ Ambient IT. (n.d.). *Statistiques Angular*. <https://www.ambient-it.net/statistiques-angular/>

⁹ Uzinakod. (2021, janvier 26). *Google abandonne AngularJS*. <https://www.uzinakod.com/blogue/google-abandonne-angularjs>

Nous avons donc conclu à la nécessité d'une migration pour garantir la pérennité des applications au long terme. En outre cela nous permettra de : moderniser l'interface utilisateur en utilisant la dernière version d'Angular Materials ; faciliter la maintenabilité et l'évolutivité grâce à un code mieux structuré et l'intégration de tests unitaires ; réduire notre dette technique¹⁰.

4.3.1.2 Objectif de la mission

L'objectif principal de la mission est de moderniser l'application existante en migrant le code source historiquement développé sous AngularJS vers une version Angular18. C'est aussi s'inscrire dans une stratégie de refonte progressive et non de réécriture totale pour limiter le risque et l'impacte sur la continuité du développement. En remplaçant progressivement les composants AngularJS par des composants Angular modernes incluant typescript et les nouvelles librairies nous profitons des nouvelles options de compilation et de linting du CLI sans affecter notre code existant.

Le deuxième objectif est de garantir la continuité du service et de son développement pendant toute la migration. Durant toutes les étapes de la migration de nouvelles fonctionnalités doivent continuer à sortir, il serait impossible de figer le logiciel dans une version spécifique en attendant d'une restructuration aussi globale. De plus la nouvelle version de cette architecture doit rester compatible avec l'architecture serveur couramment utilisée et qui n'a pas pour but de changer.

4.3.1.3 Présentation de l'équipe

Nous sommes deux à être chargés de cette mission, Simon Fulhabert qui a un rôle de supervision et moi-même avec le rôle de chef de projet. Ensemble nous définissons les objectifs principaux de cette mission et validons chaque étape de sa réalisation.

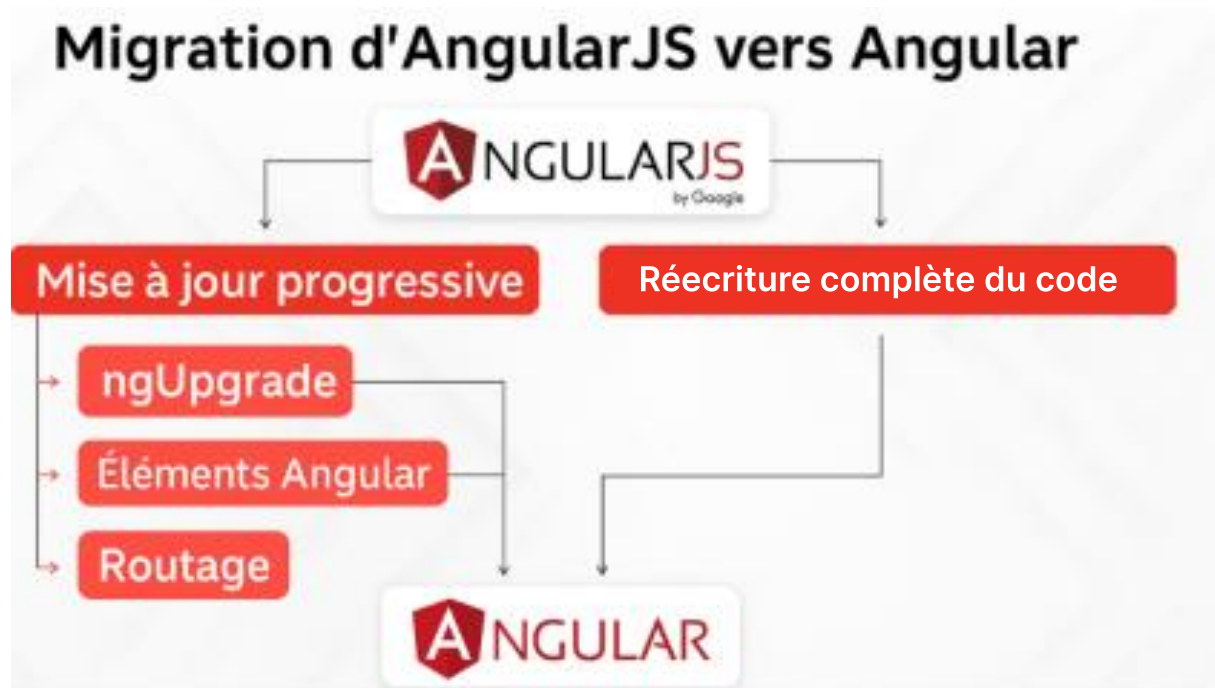
Les responsabilités qui m'incombent personnellement sont :

- La recherche sur les différentes méthodes pour mettre en place cette migration.
- La gestion des outils de suivi de projet
- La réalisation des stratégies de migration
- La rédaction de documentation pour le suivi du développement sous Angular2+

¹⁰ Pérez, J. (2021, janvier 11). *AngularJS end-of-life is here. Now what?* Medium.
<https://medium.com/@javperezp79/angularjs-end-of-life-is-here-now-what-bd7961eb19b4>

4.3.5 Choix technique et justification

4.3.2.1 Méthode de migration



SCHEMA DES DIFFERENTES METHODE DE MIGRATION VERS ANGULAR

Deux scénarios sont possibles lorsque l'on aborde une migration. La première, consiste en une réécriture complète de l'application, repartir à zéro avec Angular18 sans conserver aucun code AngularJS. Cette méthode a l'avantage :

- De fournir un code plus propre en supprimant le code obsolète
- De proposer un code moderne qui respecte les standards Angular.
- D'utiliser les dernières librairies
- De repenser l'architecture de l'application
- D'améliorer les performances globales de l'application

Evidemment, cette méthode bien qu'elle permette de supprimer toute dette technique présente de sérieux inconvénient puisque :

- Le coût en ressource humaine est très élevé et ne fait qu'augmenter avec la taille de l'application.
- Certaines fonctionnalités peuvent être difficiles à recoder dans le nouveau Framework
- Certaines fonctionnalités peu utilisées peuvent être oubliées
- Deux versions de l'application sont à maintenir simultanément pendant une durée indéterminée
- La capacité de développement et de réactivité en cas de bug se retrouve divisée, ce qui n'est pas idéale dans les petites structures
- Les nouvelles fonctionnalités devront subir un double parcours de développement

Ainsi, cette stratégie n'est pas recommandée pour les applications de grande taille, notamment lorsqu'elles sont monolithiques. Cette méthode peut paraître brutale, cependant elle prend sens puisque l'effort humain cumulé sur toute la migration n'est pas plus important que pour la migration incrémentale que nous verrons ci-dessous.

La deuxième approche est une stratégie de mise à jour incrémentale. Elle consiste à faire coexister le Framework AngularJS et Angular2+ au sein de la même application. Cette approche est permise car la fondation Angular a développé un module d'upgrade et de downgrade permettant la cohabitation et la compréhension mutuelle des deux Frameworks. En somme il permet à une application Angular2+ d'afficher le composant d'une application AngularJS et inversement. Cette méthode permet de :

- Conserver l'intégralité des fonctionnalités de l'application tout en s'assurant un minimum de régression
- Limiter l'apparition de bug ou de comportement inattendu liée à la migration
- Réduire le risque technique puisque les équipes ont le temps de se former au nouveau Framework au fur et à mesure des nouveaux composants qui sont créés ou migrés pour Angular2+

Cette méthode permet de conserver l'intégralité des fonctionnalités de l'application tout en s'assurant un minimum de régression, de bug ou de comportement inattendu liée à la migration. C'est une réduction du risque technique, puisque les équipes ont le temps de se former au nouveau Framework au fur et à mesure des nouveaux composants qui sont créés ou migrés pour Angular2+.

Par ce mécanisme d'hybridation la migration est plus fluide car elle ne nécessite pas dans un premier temps de réécriture du code. Cependant, cette stratégie s'accompagne d'une complexité plus élevée. La mise en place d'un double bootstrap et la communication des deux Frameworks nécessite une compréhension rigoureuse des deux environnements, ce qui peut demander une certaine compétence. De plus, cette méthode nécessite que le code AngularJS se rapproche autant que possible du Style Guide Officiel de John Papa¹¹, si ce n'est pas le cas cette approche demandera une étape supplémentaire de mise à niveau des bonnes pratiques. Ainsi, la phase intermédiaire visant à rendre la solution hybride opérationnelle peut s'avérer assez longue.

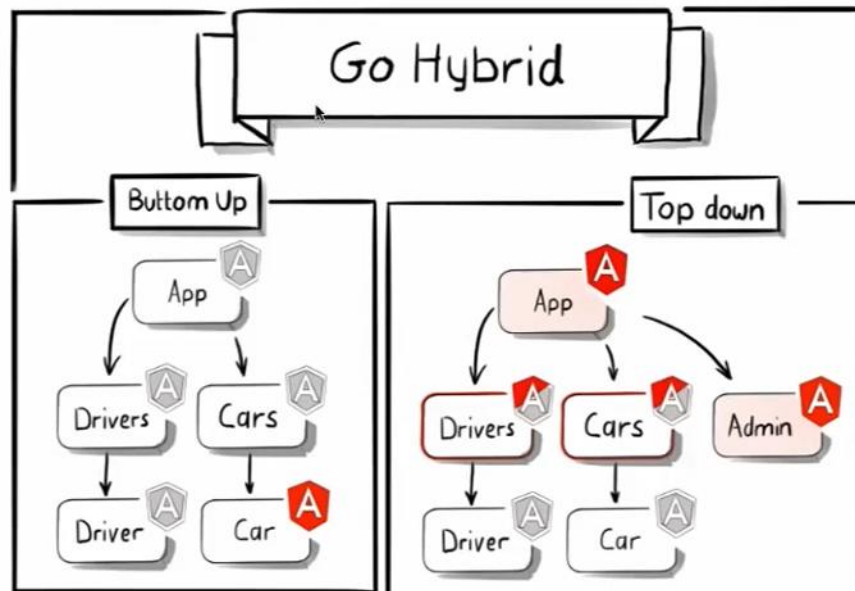
Enfin et bien que la fondation Angular ait fait de nombreux efforts d'accompagnement pour aider à la mise en place de cette solution, les projets open source ayant réalisé ces étapes de développement sont peut-être nombreux et l'on peut supposer que la plupart des entreprises ayant réalisé leur transition de cette manière gardent leur code privé.

Notre choix portera donc sur la migration incrémentale via les modules Angular Upgrade et Angular Downgrade. Cette stratégie est en alignement direct avec nos objectifs puisqu'elle nous permet de conserver une continuité dans le développement des fonctionnalités de PICC. Aussi, notre logiciel respecte également certaines des recommandations faites dans le Style Guide Officiel ce qui devrait alléger la phase intermédiaire de mise en place de la solution hybride. Enfin, l'application est un monolithe AngularJS de taille conséquente, la réécriture complète s'avérerait bien trop longue doublée du risque de ne jamais arriver en bout de projet et de conserver un retard perpétuel sur l'application historique.

¹¹ Papa, J. (n.d.). *Angular style guide*. GitHub. <https://github.com/johnpapa/angular-styleguide>

4.3.2.1 Méthodologie d'hybridation

Il existe deux méthodes pour réaliser son hybridation comme illustré sur le graphique ci-dessous¹² :



SCHEMA DES DIFFERENTS METHODES D'HYBRIDATION

La première stratégie dit Bottom-Up est une migration progressive des composants AngularJS vers Angular2+ en partant des composants les plus bas dans l'arborescence vers les composants parent. Cette méthode permet de convertir en premier les composants les plus isolés, sans affecter l'ensemble de l'application. Elle présentera donc moins de complexité initiale car elle nécessitera moins de changements de prime abord. Cependant, cette stratégie induit une dépendance accrue à AngularJS, il sera par conséquent plus difficile d'intégrer un système de routage uniforme entre les deux Frameworks.

La deuxième stratégie dit Top-Down consiste à commencer par le composant racine et d'encapsuler le reste de l'application AngularJS dans une application Angular2+. Cette méthode permet d'ajouter immédiatement de nouveaux composants entièrement écrits avec Angular2+ tout en bénéficiant de toutes les nouvelles fonctionnalités apportées par ce Framework. Cela oblige la mise en place d'une architecture plus moderne et réduit les dépendances vers AngularJS. Cependant, cette stratégie nécessite des ajustements importants en vue de notre architecture :

¹² Pixel Perfect. (2023, octobre 4). *Migration d'AngularJS vers Angular – La méthode complète* [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IYOHBYTEmo>

- **Rule of One** : découper l'application pour qu'un fichier soit liée à une seul et unique composant, service, module ou factory.
- **Class Component** : intégrer les principes de la POO (*Programmation Orienté Objet*)
- **Abandonner** le système d'importation Globale Namespace au profit du système de module introduit avec ECMAScript 2015 (ES6)

La différences entre les méthodes se résume à : qu'elle application encapsule l'autre ? Es ce que le point de départ et donc l'architecture qui en découle est une application Angular2+ ou AngularJS.

En considérant le projet initial, nous avons tout d'abord longuement penché pour la solution Bottom-up car bien plus simple et rapide à mettre en place. En effet, les efforts à mettre en place pour uniquement préparer la mise en place de l'application hybride Top-down se compte en mois durant lesquelles :

- Un nouveau projet devra être crée pour la nouvelle architecture
- Un changement majeur viendra interrompre la continuité entre les deux projets
- Le nouveau projet devra rattraper le retard accumulé sur l'anciens depuis le changement majeur.
- Des librairies devront être mise à jour impliquant potentiellement des changement dans leurs API.
- Des Tests manuel sur toutes les fonctionnalités de l'application

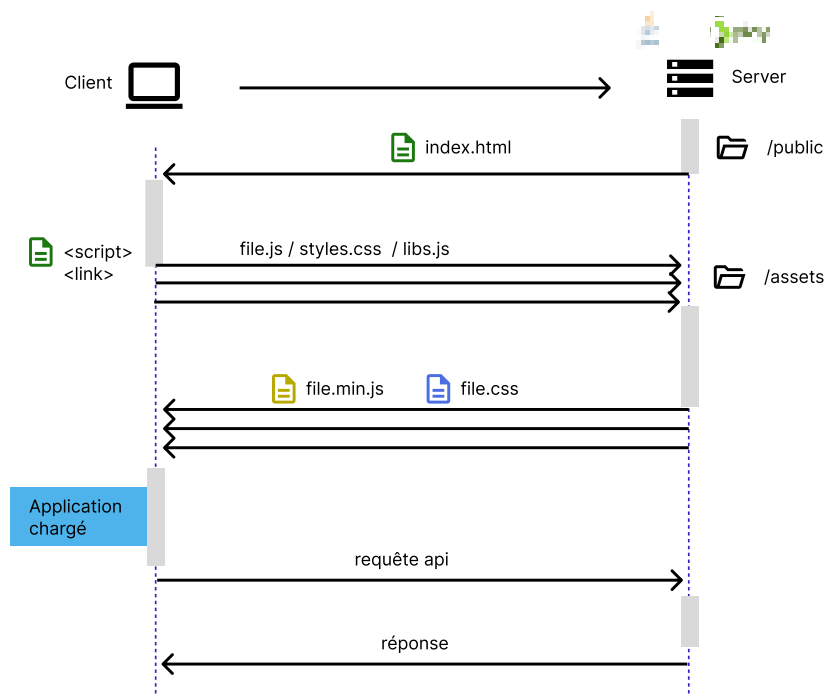
Cependant, la stratégie Bottom-Up n'est privilégier que par 10% des entreprises. Pour cause, les efforts tout de même conséquente mis en œuvre ne val pas les faibles gain apporté par un ponctuel ajout de quelque composant Angular2+ dans une application qui continuer de se reposer sur un FrameWork non maintenu.

Nous avons donc fait le choix de prendre le temps de repenser la structure de l'application malgré les efforts important cité plus haut.

4.3.3 Méthodologie mise en œuvre

4.3.3.1 Phase de recherche et d'analyse de la nouvelle structure

Nous avons tout d'abord commencé nos recherches par une analyse des projets regroupant un Frontend Angular2+ et un serveur Java utilisant le Play Framework. L'enjeu était de comprendre la structure et les mécanismes d'intégration entre le Frontend et le Backend, ainsi que les comparer avec les solutions existantes. Notre choix s'est résolu sur la `angular-play-java-seed`, un projet Github de 8 ans d'âge qui nous a fallu mettre à jours¹³. Les schémas suivants montrent comment l'application Web est distribuée par le serveur dans la solution historique et dans la nouvelle structure.



VERSION HISTORIQUE : DIAGRAMME DE SEQUENCE MONTRANT COMMENT L'APPLICATION ANGULARJS EST SERVIE

Comme explicité dans le diagramme de séquence ci-dessus, la solution historique renvoyait un fichier `index.html` contenant toutes les balises scripts pour tous les fichiers JavaScript de l'application. Ceux-ci étaient demandés au serveur de manière unitaire à la réception du fichier `index.html`, il en va de même pour le fichier CSS. Une fois

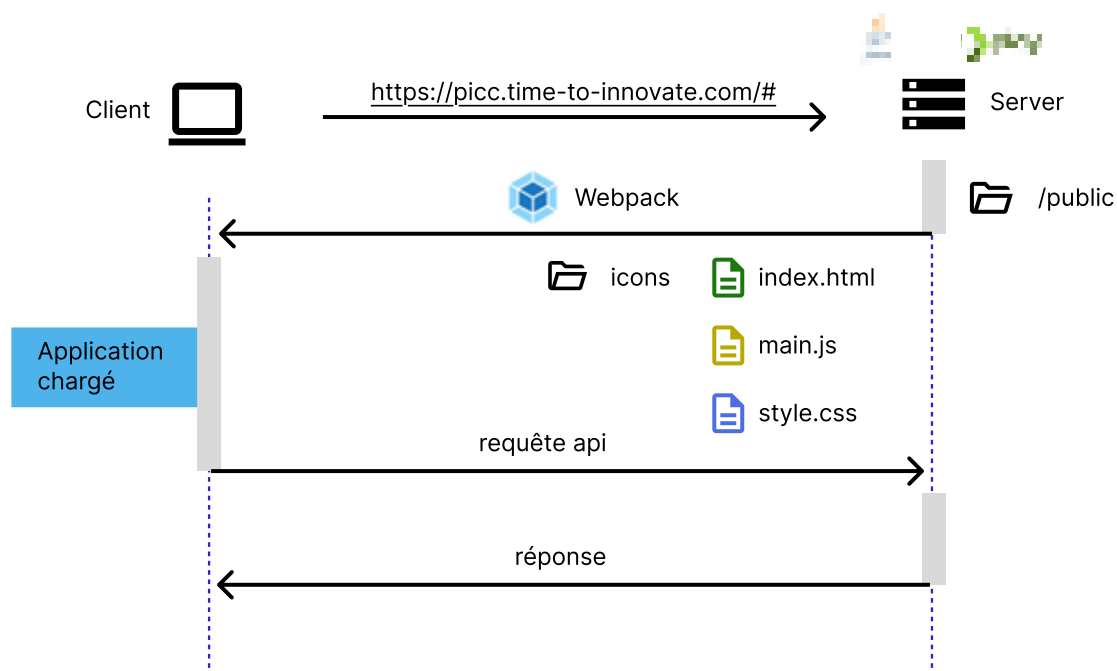
¹³ playframework. (n.d.). *play-scala-angular-seed* [Code source]. GitHub.
<https://github.com/playframework/play-scala-angular-seed>

cette transaction terminée et les premiers template HTML reçut, l'application était chargée et disponible.

Ce mécanisme implique d'avoir un dossier statique nommé /public dans lequel sont rangé toutes les ressources HTML de l'application. Les fichiers JavaScripts et CSS sont quant à eux rangés dans un dossier /app/asset au chevet des fichiers Java sans réel distinction entre les deux application Client et Server.

Le chargement du Framework AngularJS se fait via des balises Script qui chargent les librairies principales et optionnels du Framework. Cette méthode se repose sur le **Globale Name Space pattern**, qui permet une mise en place simple et une disponibilité dans tout les navigateur même les plus anciens mais induit une absence de gestion des dépendances et de l'isolation des modules.

Ainsi l'application AngularJS ne nécessite pas de compilation au préalable, tout les fichiers javascripts sont chargé en bloc dans le fichiers index.html, seul une minification et une obfuscation est effectué lorsque le serveur est utilisé en production. Il en va tout autrement du beau¹⁴.



En effet, la nouvelle solution intègre des outils plus complexes impliquant des étapes de compilation, d'optimisation et de paquetage qui modernise la solution. Ces

¹⁴ Kant, I. (1790). *Critique du jugement* (paragraphe 7) [PDF]. https://www.ecolpsy-co.com/download/Kant_Critique_du_Jugement.pdf

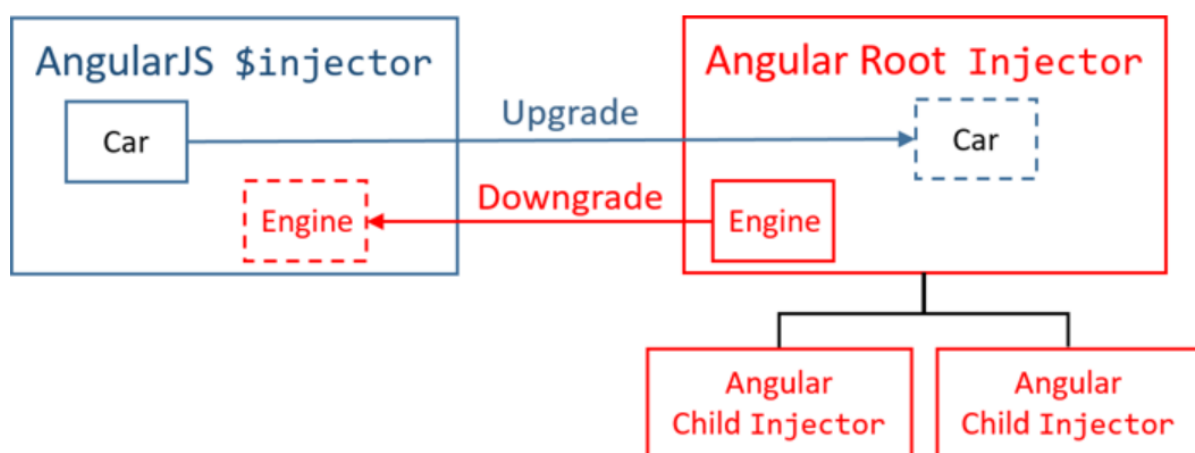
changement commence par la structure puisque le code de l'application Frontend est contenu dans le dossier /ui, ce qui en fait une application à part entière intégrant une gestion des sources externe via NPM.

De plus, le dossier /public est à présent temporaire, il est auto-généré au lancement de la commande STAGE (sbt shell). Cela implique des changements de structure dans la manière de ranger les fichiers statiques. Ce dossier /public comprend les ressources de l'application Angular2+ comme les images et les fonts, le point d'entrée index.html mais aussi l'application Angular2+ et ses dépendances, compilé, minifié et paqueté en 3 fichiers javascripts : main, polyfills et runtime.

4.3.3.2 Test des différents mécanismes d'hybridation

Nous avons testé tous les différents mécanismes d'hybridation possible ce qui nous a permis à terme de définir la méthodologie la plus adaptée à notre projet. Pour cela il nous a fallu comprendre comment fonctionne la librairie UpgradeModule fournie par Angular¹⁵.

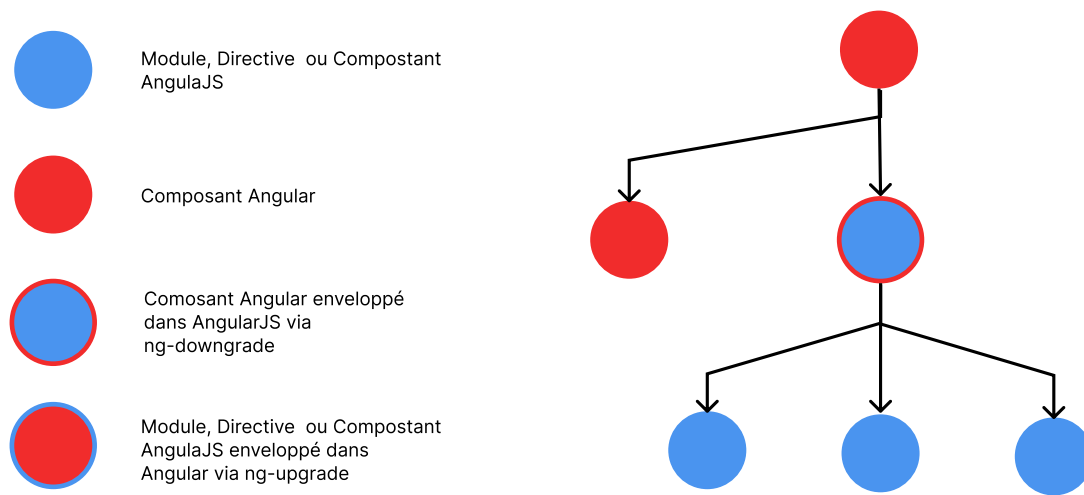
Lorsque nous utilisons ce module, les deux Framework cohabitent dans la même application. En effet, le code AngularJS tourne à l'intérieur de son propre Framework et vise vers ça pour le code Angular. Cela implique qu'il n'y a pas de perte de fonctionnalité puisque le Framework AngularJS n'est pas émulé, il est toujours présent, exécute son propre code et gère les modules qui lui sont assignés.



SCHEMA DE L'INJECTION DE DEPENDANCE DANS UNE APPLICATION HYBRIDE

¹⁵ Angular. (n.d.). *Upgrading from AngularJS to Angular*. Angular Documentation. <https://v17.angular.io/guide/upgrade>

Comme vous pouvez le voir sur le graphique ci-dessus les composants et les services gérés par un Framework peuvent également interagir l'autre. Ce mécanisme n'est pas limitant, sa force est de permettre l'utilisation de nouveaux services dans les deux sens. Même si un composant n'est pas immédiatement migré il peut tout de même bénéficier des services nouvellement créés avec Angular¹⁶. De plus et dans le cas d'un Singleton la même instance de ce service sera partagée entre les deux Framework.

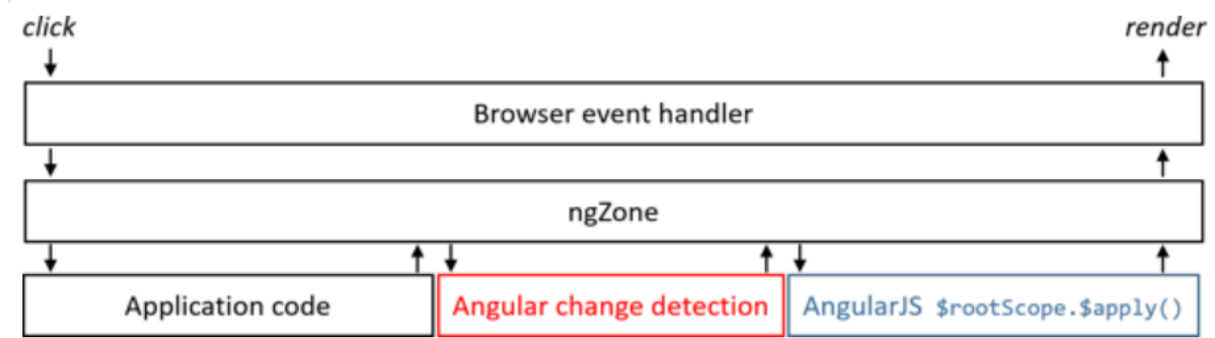


HIERARCHIE DES COMPOSANTS DANS UNE APPLICATION HYBRIDE

Cette interpolation se retrouve aussi dans la gestion du **DOM** où chaque template html est géré par un Framework tandis que l'autre l'ignore complètement. Par exemple, si un composant Angular est inséré dans un template AngularJS, ce dernier contrôle l'élément hôte, tandis que Angular gère le contenu interne. Cela implique que les directives ou fonctionnalités spécifiques à un Framework ne s'appliquent qu'aux éléments possédés. L'utilisation de ce mécanisme demande une certaine attention dû à ces particularités :

- Les directives html applicables à un composant seront toujours celles du Framework lié au composant parent ce qui demande une certaine adaptabilité dans l'écriture du code.
- Les librairies d'UI comme Material design sont spécifiques à un Framework ce qui amène nécessairement des disparités dans l'affichage de l'application.

¹⁶ Codurance. (n.d.). *Migrating AngularJS to Angular*. <https://www.codurance.com/publications/migrating-angularjs-to-angular>



17

MECANISME DE DETECTION DES CHANGEMENTS DANS UNE APPLICATION HYBRIDE

Pour compléter l'interaction entre les deux Framework une application hybride a également besoin de détecter les changements provenant des deux parties et de synchroniser l'exécution leurs code. L'Astuce qui rend ce mécanisme possible résident dans le fait que tout le code est exécuté de la zone Angular qui s'assure de la cohabitation. Après chaque évènement Angular déclenche sa propre détection de changement, par la suite l'UpgradeModule appel par lui-même la détection des changements propre à AngularJS. Ainsi, c'est le Framework Angular qui capte tous les évènements provenant du navigateur et s'assure de transmettre au workflow du Framework concerné. Cependant, cette méthode ne va pas sans un défaut majeur, cette aller et retour entre les deux Framework est une perte indéniable de temps dans le cycle de l'application. Nous nous retrouvons, à ce stade, contraint à avancer dans le projet tout en sachant que des tests devrons être fait pour s'assurer que les performances ne seront pas impactées par ces changements.

Ainsi, grâce à ces expérimentations et recherches nous avons pu formaliser nos choix techniques et organisationnel. Ceux-ci étaient encore incertain car à ce stade de développement du projet nous ne savions pas encore quelle méthode serait la meilleurs. Cette cohabitation contrôlée nous a offre une souplesse indispensable que ce soit pour le rythme de migration que pour la gestion des services partagé.

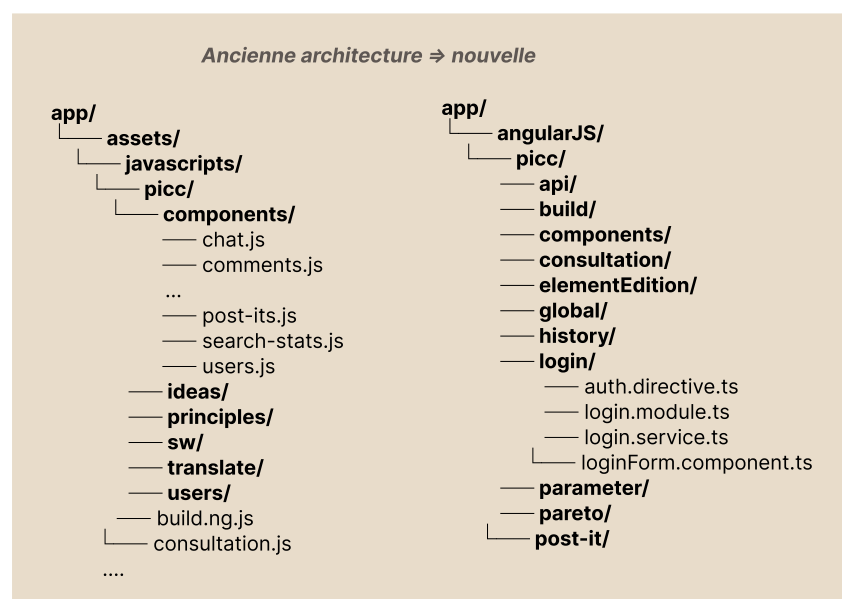
¹⁷ Angular. (n.d.). *Upgrading from AngularJS to Angular*. Angular Documentation. <https://v17.angular.io/guide/upgrade>

4.3.3.3 Intégration de la nouvelle architecture

Une fois les phases de test terminées, nous avons tous les éléments pour décider de la marche à suivre. L'application historique allait être restructurée selon les derniers principes d'Angular, cette étape est intermédiaire, elle prépare l'application pour une migration future en intégrant des principes de programmation qui harmonise l'écriture du code entre les deux Framework.

La programmation orientée objet, consiste à transformer les anciens contrôleurs ou services en classes ES6 avec constructeur, propriété et méthodes. Cela apporte une meilleure lisibilité et encapsule la logique du comportement dans chaque classe. Chaque élément de l'interface devient une classe structurée et isolée ce qui permettra par la suite d'intégrer le mécanisme d'Upgrade nécessaire à l'hybridation de l'application.

L'introduction de TypeScript, langage officiel de Angular, dans tous les fichiers de l'application. Cela signifie la création de type explicite comme les interfaces, enums et typage de fonction permettant une détection plus rapide des erreurs à la compilation. Cette étape est définie comme une tâche de fond qui sera complétée au fur et à mesure de la transition vers Angular. En effet, le coût en ressource humaine et en temps pour recréer un typage fort à partir du code existant est bien trop important.



SCHEMA DE L'EVOLUTION DE LA STRUCTURE DE APPLICATION

Nous pouvons remarquer sur le schéma ci-dessus, qu'il est assez difficile de repérer là où on définit les différents modules. Les fichiers dans le dossier composant contiennent généralement plusieurs composants et tous les composants de l'application ne sont pas contenu dans ce dossier. Il y a un mixte entre les méthodologie où parfois les fichiers sont arrangés en module comme pour *principles*, *ideas* ou *users*, tandis que parfois les composants sont classés dans le dossier composant. Enfin la plupart des fichiers comme *consultations.js* contiennent à la fois un service et plusieurs composants.

L'application de la Rule Of One, consiste à réorganiser le code selon le principe un fichier une responsabilité : Un seul composant ou service ou direct par fichier. Ce principe s'accompagne d'une modification de la nomenclature des fichiers intégrant leur rôle dans le nom comme *user.component.ts*. Cette réorganisation permet de supprimer les fichiers fourre-tout qui réunissent un service et plusieurs composants comptant parfois plus de 7.000 lignes de code au totale. Partant de ce remaniement de la structure général, nous avons décidé d'y intégrer le principe de *feature folder structure*. Chaque fonctionnalités métier sera à présent isolé dans un dossier contenant ses propres composants, services, tests et styles. Cette structure est encouragée par Angular pour profiter au maximum de la segmentation de l'application par module.

Lors de l'application de ces changements nous avons dû faire face à un problème majeur puisque nous ne pouvions pas tester l'intégration de la nouvelle structure avant d'avoir fini la restructuration. Cette phase de traversé du désert est critique car elle peut donner lieu à l'apparition de nouveaux bugs qui seront difficile à repérer et réparer une fois l'application reconstruite. Nous devons donc trouver une méthode pour appliquer ces changements tout en modifiant au minimum le code source d'origine.

Lorsqu'il faut réécrire un code en programmation orienté objet la méthode commune consiste à copier le corps d'une fonction dans le corps d'une méthode de la classe cible. Cependant, cette méthode demande de :

- Passer de manière unitaire sur chaque fonction de l'application
- Ajouter le mot clef *this* devant toutes les variables globales devenu des propriétés de la classe

La quantité de modification que demande cette méthode est trop importante et peut entraîner des problèmes tels que l'oubli de certaines fonctions, propriétés ou arguments modifiant le comportement de l'application. Ne souhaitant pas négliger le caractère faillible du facteur humain nous avons jugé cette méthode trop dangereuse et le coût en temps pour corriger les erreurs trop important.

Pour réaliser ces modifications nous nous sommes orientés vers une solution qui impactait au minimum le code source d'origine. C'est pourquoi nous avons choisi d'intégrer le corps d'un composant ou d'un service à l'intérieur du constructeur de sa classe. Cette méthode à première vue moins propre nous permet de :

- Conserver au maximum le corps des composants et des services
- Supprimer un niveau de profondeur en opérant l'extraction d'un composant vers un fichier sans toucher unitairement à chaque fonction
- Ne corriger que les erreurs TypeScript et changement majeur de librairie mise à jour
- Ne pas faire de re-réécriture massive du code pour chaque composant ou service en conservant les propriétés globales définies dans le constructeur

Cette phase de modification fut la plus longue du projet, chaque fichier d'origine a été divisé en parfois une dizaine de fichiers dans la nouvelle architecture. Le nouveau compilateur a révélé des erreurs dans le code qui n'avaient pas été repérées jusqu'à présent et qu'il était nécessaire de régler à l'aveugle afin de pouvoir continuer la restructuration. À ce point, bien que le compilateur nous assure qu'il n'y ait pas d'erreur de syntaxe, le risque est de changer la logique derrière le code. Ainsi, chaque modification du code a été scrupuleusement référencée pour faciliter un potentiel retour en arrière.

D'un autre côté, les librairies qui étaient importées via le globale namespace paternel depuis un fichier statique référencé dans le fichier index.html se sont sûrement vu être importées en tant que module via NPM. Ce changement se faisait le plus régulièrement sans problème à l'exception de certaines librairies qui ne maintenaient pas leurs versions globales namespace paternel à jour. Ainsi, en passant à la version module de la librairie nous avons plusieurs versions qu'il nous a fallu rattraper, encore une fois à l'aveugle, sans pouvoir tester l'exécution du code.

Une fois l'intégralité de ces modifications appliquées l'application était enfin prête à être hybridée. Nous avons pu Upgrader l'ensemble de l'application AngularJS à l'intérieur de la nouvelle application Angular. Cela s'est fait en créant un nouveau composant qui encapsule l'entièreté de l'application AngularJS et qui fait office de point d'entrée pour celle-ci.

4.3.3.4 Difficultés rencontrés

Hot reload des fichiers html

Durant toute l'intégration de la nouvelle architecture un problème non bloquant persistait. Les fichiers HTML demandait un redémarrage de l'application pour appliquer les modification fait à leurs template. Ce problème bien non bloquant rendait inutilisable l'application en mode de développement.

Conscient de ce problème et désirant respecter au mieux l'architecture *feature by folder* nous avons pendant nos phases de tests essayé l'instruction `templateUrl` permettant, dans le Framework Angular, de chercher un fichier HTML à partir du dossier courant. Cependant, dans le Framework AngularJS cette instruction chercher les fichiers HTML à l'intérieur du dossier `/public` via une requête http envoyé au server. Nous avons donc, dans un premier temps, configuré **l'architecte** de l'application pour que les fichiers HTML soient copier/coller dans le dossier `/public` à la compilation de l'application. Pour rappel le dossier `/public` dans le Framework Angular est à présent auto-générer et donc supprimable à tout moment. Il était des lors impossible de stocker nos fichier HTML directement dedans. Les fichiers HTML placé dans un dossier à part ils n'étaient pas copier/coller à chaque sauvegarde de l'application. Seul une suppression du dossier `/public` permettait leurs mises à jour.

Pour palier à ce problème nous avons cherché à modifier les paramètres de mises en cache des fichiers dans le but de forcer le compilateur à actualiser toutes les sources. De plus, nous avons ajouter notre dossier `/HTML` au dossier surveillé par le module **Watcher** ce qui a permis de relancer l'application à chaque sauvegarde d'un fichier HTML. Cepen dant et bien que le compilateur en mode **verbose** nous montre que le fichier modifier est bien pris en compte. Cette méthode ne fonctionnait que pour la première modification apporté. En effet, une deuxième modification et relancement de l'application n'appliquait plus changement apporté au template HTML. Il semblerait qu'un mécanisme interne à Angular empêche l'utilisation du module Watcher de cette manière.

À la suite de cette échec, nous avons repris le problème à sa base et envisagé de le contourné par un autre moyen. Le problème résidait dans une utilisation différentes de l'instruction `templateUrl` par les deux Framework. Nous avons alors choisi d'utiliser un combo d'instruction pour contourner le problème : `template + require`. Cette méthode permet d'importer un fichier HTML présent dans le même dossier que sont composant. Elle permet également d'apposer le code HTML au coté de notre composant comme si le template avait été écrit à l'intérieur du fichier TypeScript. Pour réaliser cette solution nous avons dû mettre en place un fichier `webpack.config.js` personnalisé en modifiant

l'architecte d'Angular18. Ce fichier utilise la librairie html-loader pour permettre le chargement des fichiers HTML via l'instruction require. Ainsi, les modifications des fichiers HTML sont désormais prises en comptes instantanément sans redémarrage de l'application ou suppression du dossier / public. De plus, notre architecture respecte à présent entièrement la structure feature by folder.

Obsolescence des fichiers sources

Pendant toute la durée de la restructuration nous avons accumulé un problème grandissant avec les semaines de développement. Les fichiers source de l'application d'origine devenaient obsolète au fur et à mesure que les autres équipes de développement continuaient à développer de nouvelles fonctionnalités.

Chaque fichier de l'ancienne architecture avait été divisé en plusieurs services, composants ou modules. Cette manipulation nous avait fait perdre l'historique GIT en recréant un nouveau fichier. Nous avons essayé de conserver cette historique GIT en utilisant un scripte permettant de dupliquer un fichier ainsi que l'historique de ces modifications. Cela nous a permis de faire suivre le déplacement du fichier d'un dossier à l'autre de l'application et son changement de nom. Cependant, l'historique ligne par ligne ne supportait pas les milliers de lignes supprimer & déplacé ce qui nous a systématiquement amené à le perdre.

Une fois la restructuration terminée nous nous sommes donc retrouvés avec une version en retard par rapport à l'application mise en production. Ce rattrapage a dû se faire minutieusement à la main à l'aide d'outils de **versionning** avancé. Ayant conservé les fichiers d'origine à leurs emplacements initiaux, nous pouvions dans un éditeur GIT montrer leurs différences avec une branche plus avancée. Chaque différence devait alors non pas être acceptée, mais copiée/collée dans la nouvelle architecture. Cette étape fut réalisée après une longue phase de test et de résolution de bugs dû à l'hybridation de l'application, elle présentait un grand risque pour le projet car nous pouvions sans nous en rendre compte ajouter de nouveaux bugs.

4.3.4 Évaluation et résultats obtenus

4.3.4.1 Indicateurs de performance et résultats quantitatifs

Performance

Avant l'hybridation l'application présentait des temps de chargement raisonnable qui n'impacter en rien l'expérience utilisateur. Une légère augmentation du temps de chargement a été observé qui peut être dû à la cohabitation entre les deux Framework, la duplication de certaines ressources mais aussi la compilation du code JavaScript.

Tableau comparatif des performances de l'application		
Application	AngularJS	Hybride
Temps de démarrage	21s	27.36
Temps de relance	1.59s	2.34s
Nb. Requête http au démarrage	175	59
Chargement d'un projet Kmap	2.761s	2.34s
Chargement d'un projet Build & Solve	>1s	7.329s

Après la migration nous avons prévu de légère baisse de réactivité au niveau de l'interface dû à la synchronisation des cycles des deux Framework. Cependant, ces baisse n'ont pas été constaté. Cependant, certains modules comme le Build & Solve ont subi une forte augmentation de leurs temps de réponse. Ce augmentation significative peut être liée à la cohabitation entre les deux Framework ou la mauvaise gestion d'une librairie mise à jour.

Maintenabilité

Une diminution des bugs discret a pu être constaté notamment grâce à l'introduction de TypeScript et à une meilleurs structuration du code. Certains bug n'avais jamais été repérer via l'interface utilisateur mais ils ont été immédiatement vu puis corrigé grâce au compilateur de TypeScript. Cependant, des bugs spécifiques à la cohabitation entre AngularJS et Angular ont émergé, ceux-ci nécessitent une attention particulière.

4.3.5 Analyse critique et réflexive

4.3.4.1 Point forts de l'approche utilisé

La stratégie de migration progressive est maîtrisée et nous pouvons valider la migration incrémentale via l'UpgradeModule. Celle-ci nous permet d'intégrer progressivement Angular sans réécriture complète du code source. Elle a aussi garanti la continuité du service tout au long du projet en permettant aux autres équipes de continuer à développer des fonctionnalités. De plus, la méthodologie Top-Down qui initialise l'application via Angular puis encapsule le code AngularJS existant offre une bonne maîtrise de la hiérarchie des composants tout en rendant possible une migration par module, par service ou par composant. Cette méthode a su montrer qu'elle était non destructive et nous a permis de capitaliser sur les modules AngularJS déjà existants tout en nous offrant la possibilité d'intégrer de nouveaux composants Angular à l'intérieur d'anciens modules AngularJS.

C'est aussi une montée en compétence de l'équipe avec une formation continue sur Angular2+ et les dernières pratiques de ce Framework. Le gain en culture de l'architecture logicielle avec des concepts comme l'injection de dépendances, la modularisation par domaine métier et les stratégies de détection de changement. Connaissance qui a donné lieu à la création de référentiels internes sur la création de composants Angular2+ et un socle commun de connaissance sur la seed Angular18 et Play Framework.

4.3.4.2 Axes d'amélioration et leçon apprise

Au niveau de l'anticipation et du pilotage technique, le projet a subi un manque notamment sur certains impacts liés au scope partagé des deux Frameworks. Cette cohabitation bien qu'elle soit fonctionnelle, génère une complexité accrue dans la gestion des performances, avec des ralentissements dans certains modules. Pour pallier ce problème nous aurions dû avoir une cartographie des composants critique qui aurait permis de mieux cibler les zones à optimiser en amont de la migration.

La refactorisation a révélé une dette technique plus profonde que prévue, notamment dans la structure du code source historique. De plus, l'absence d'une stratégie de typage progressive documentée a ralenti le passage vers TypeScript. Une meilleure planification du typage fort en ciblant en priorité les objets les plus conséquents de l'application aurait permis une adoption plus efficace.

La gestion de projet a reposé sur un pilotage réactif plus que stratégique. Le projet n'avait pas au départ de chemin clairement planifié, bien que des livrables intermédiaires étaient présents tout au long du processus. Certaines décisions importantes comme la

réorganisation en Folder by featurer ou l'implémentation d'un webpack personnalisé ont été prises en réaction au problème courant sans réel planification au préalable. Nous mieux faire, dans le cadre d'un projet de cette taille, nous aurions dû renforcer le cadre de la méthodologie agile en intégrant des sprints entier à la monter en compétence qui s'est faite au file des erreurs rencontré.

4.3.6 Compétences acquise et liens avec la formation

Cette mission m'a permit d'approfondir mes connaissances technique en développement frontend par la mise en place d'une nouvelle architecture et de la configuration d'un projet sur une technologie nouvelle pour moi. Cela m'a permis de monter en compétence dans les domaines suivant :

- Développement Angular18
- Utilisation avancé du CLI Angular pour la configuration et la compilation de projet
- Les stratégies de distribution d'une application web et les webpack
- L'intégration et l'utilisation de TypeScript
- Module spécifique à l'hybridation d'application
- Cycle de vie partagé, la gestion des cycles et la détection de changement
- Architecture moderne via la Rule of One et le Folder by Feature

La conduite de cette mission quant à elle, m'a confronté à des problèmes technique complexe, des enjeux réel face à la réalisation de ce projet pour la pérennité de l'entreprise ainsi que des enjeux de priorisation. Ce projet m'a alors apporté des compétences en gestion de projet tel que :

- L'élaboration et le suivi d'un plan de migration incrémental sans rupture de service
- Gestion du risque liée à la dette technique d'AngularJS
- Adaptation agile des priorités face aux imprévu comme la compatibilité HTML
- La priorisation des tâches liées à la dettes techniques, tout assurant la maintient et la correction du logiciel existant
- Rédaction de guide de migration et documentations des composants
- Réalisation d'une étude comparative sur les stratégies de migration
- Sélection mise en place et amélioration d'un environnement Angular + Play Framework

Liens avec la formation M2I

Référentielle	Compétence éprouvé
Bloc 1 – Analyse stratégique du SI	Diagnostic de l'obsolescence d'AngularJS
	Choix raisonné de la stratégie Top-Down & méthode d'hybridation
Bloc 2 – Conception et Déploiement	Construction d'un architecture hybride modulaire
	Mise en place de la Dockerisation (Angular, Play Framework, MongoDB)
Bloc 3 – Pilotage de projet complexe	Conduire un projet technique sur plusieurs mois
	Adaptation continue du plan d'action en fonction des contraintes du projet
Bloc 4 – Intégration de technologie complexe	Mise en place d'Angular18
	Configuration de Webpack personnalisé
	Configuration d'environnement multi-framework entre SBT et NPM
Bloc 5 – Veille, documentation, communication de projet	Documentation du projet et problème potentiel
	Veille sur les différentes stratégie de migration

5 Conclusion et perspectives

Références

MSM. (2023, septembre 22). *L'intelligence collective au service des entreprises*. <https://www.msm.ch/lintelligence-collective-au-service-des-entreprises-a-92c9b99b23c357114bd90d6e81d7086b/>

PICC Solution. (n.d.). *Gestion des données : un levier incontournable de la transformation digitale*. <https://www.picc-solution.com/fr/gestion-donnees-transformation-digitale/>

PICC Solution. (2023, juin 5). *Ils utilisent PICC : La Région Grand Est*. <https://www.picc-solution.com/fr/ils-utilisent-picc-la-region-grand-est-sappaie-sur-lia-pour-elaborer-son-srdeii/>

Préfecture de la région Grand Est. (n.d.). *Business Act Grand Est*. <https://www.prefectures-regions.gouv.fr/grand-est/Actualites/Economie-et-emploi/Developpement-economique/Business-Act-Grand-Est>

PICC Solution. (n.d.). *Industrie 4.0* <https://www.picc-solution.com/fr/utiliser-les-donnees-des-capteurs-iot-dans-une-plateforme-dintelligence-collective/>

Wikipédia. (n.d.). *Hutchinson (entreprise)*. Wikipédia. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Hutchinson_\(entreprise\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hutchinson_(entreprise))

France Hydrogène. (n.d.). *Hutchinson – Annuaire des acteurs*. <https://vigny.france-hydrogene.org/annuaire-des-acteurs/hutchinson>

Amiltone. (n.d.). *Angular et le développement web*. <https://www.amiltone.com/tech-place/angular-et-le-developpement-web>

Ambient IT. (n.d.). *Statistiques Angular*. <https://www.ambient-it.net/statistiques-angular/>

Uzinakod. (2021, janvier 26). *Google abandonne AngularJS*. <https://www.uzinakod.com/blogue/google-abandonne-angularjs>

Pérez, J. (2021, janvier 11). *AngularJS end-of-life is here. Now what?* Medium. <https://medium.com/@javperezp79/angularjs-end-of-life-is-here-now-what-bd7961eb19b4>

endoflife.date. (n.d.). *AngularJS*. <https://endoflife.date/angularjs>

Papa, J. (n.d.). *Angular style guide*. GitHub. <https://github.com/johnpapa/angular-styleguide>

Kant, I. (1790). *Critique du jugement* (paragraphe 7) [PDF]. https://www.ecolpsy-co.com/download/Kant_Critique_du_Jugement.pdf

This is Angular. (n.d.). *Guides for decision makers*. <https://this-is-angular.github.io/angular-guides/docs/category/decision-makers>

Pixel Perfect. (2023, octobre 4). *Migration d'AngularJS vers Angular – La méthode complète* [Vidéo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=IYOHB_yTEmo

playframework. (n.d.). *play-scala-angular-seed* [Code source]. GitHub. <https://github.com/playframework/play-scala-angular-seed>

Walker, N. (n.d.). *angular-seed-advanced* [Code source]. GitHub. <https://github.com/NathanWalker/angular-seed-advanced>

Angular. (n.d.). *Upgrading from AngularJS to Angular*. Angular Documentation. <https://v17.angular.io/guide/upgrade>

umdjs. (n.d.). *umd* [Code source]. GitHub. <https://github.com/umdjs/umd>

