

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
CENTRE RÉGIONAL ASSOCIÉ DE PACA

MÉMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le **DIPLÔME d'INGÉNIEUR CNAM**

SPÉCIALITÉ : Informatique

OPTION : Système d'information

par

GENESTOUX Guy

Présentation d'une démarche pour optimiser la mise en œuvre d'un système
d'information pour un laboratoire de recherche publique

Soutenu le 12 décembre 2024

JURY

PRÉSIDENT : M. Philippe RIGAUX, EICnam

MEMBRES :

M. Bastien PESCE, EICnam

M. Christophe VENTURINI, EICnam

M. Vincent CHEUTET, Professeur des universités, Directeur du DISP

M. Jannik LAVAL, Maître de conférences, HDR, DISP

Mes remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Je remercie tout d'abord le Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) PACA à Aix-en-Provence, son personnel administratif et enseignant, en particulier le programme d'ingénieur informatique, option système d'information. Mes sincères remerciements vont à M. Bastien Pesce, responsable du programme, pour son enseignement sur l'urbanisation des systèmes d'information et pour son soutien constant, notamment lors de mes hésitations en 2019 sur un poste de fonctionnaire.

Je suis également reconnaissant à tous les enseignants du CNAM pour leur transmission de savoir, en particulier M. Brunel pour ses cours de réseaux passionnants et M. Quessada pour son tutorat et son soutien lors de mon rapport de 2015.

Je remercie profondément tous mes collègues du laboratoire DISP pour leur soutien et leur inspiration, qui m'ont motivé à poursuivre une carrière de doctorant. Une mention particulière va à l'ancienne directrice, Valérie Botta-Genoulaz, professeure des universités à l'INSA-Lyon, pour m'avoir recruté en 2016, aidé à obtenir un poste de titulaire fonctionnaire, et pour son soutien constant dans mes missions et ma situation personnelle. Ses encouragements ont été une source inestimable de motivation.

Je remercie chaleureusement Vincent Cheutet, professeur des universités à l'INSA-Lyon et actuel directeur du laboratoire DISP, pour m'avoir aidé à grandir dans ma posture d'ingénieur depuis 2016. Nos discussions enrichissantes m'incitent toujours à aller plus loin.

Un merci particulier à Jannik Laval, Maître de Conférence HDR du DISP, pour accepter de diriger ma future thèse.

Je n'oublie pas mes amis, les "provençaux", qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours depuis 2011. La liste est trop longue pour tous les citer, mais je tiens à mentionner Frédéric Durand, Xavier et Esther Galai, Vincent et Coralie Cheutet, Emmanuelle Girard, Carole Carbonell, Éric Richard, et bien d'autres.

Je remercie également mes quatre enfants pour leur patience et pour m'avoir inspiré à me dépasser afin de leur montrer que tout est possible avec de la persévérance.

Enfin, mes remerciements les plus profonds vont à mon épouse, Vanina Genestoux, pour sa compréhension et son soutien inconditionnel. Son acceptation du temps passé en cours du soir et à écrire, ainsi que son soutien lors de mon poste contractuel à 270 km de notre domicile, ont été essentiels à la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à l'INSA-Lyon pour m'avoir fourni les moyens d'écrire et de présenter ce mémoire, grâce à un poste adapté au sujet, un lieu de travail enrichissant et un accompagnement spécifique.

Merci à tous pour votre contribution précieuse à cette étape importante de ma vie. [OBJ]

La liste des abréviations

API : Application Programming Interface

BIATSS : Bibliothèques, Ingénieurs, Administratifs, Techniques, Sociaux et Santé

CNAM : Conservatoire National des Arts et Métiers

CPU : Central Processing Unit

CSS : Cascading Style Sheets

DISP : Décision et Information pour les Systèmes de Production

DSI : Direction des Systèmes d'Information

EICnam : École d'ingénieur

G2O : Gestion et l'Optimisation des Opérations

HDR : Habilité à diriger la recherche

HTML : Hypertext Markup Language

HTTP : Hypertext Transfert Protocol

HTTPS : Hypertext Transfert Protocol Secure

INSA : Institut National des Sciences Appliquées

LDAP : Light Directory Access Protocol

LTS : Long Term Service

PACA : Provence Alpes Côte d'Azur

SIDo : Système d'Information et les Données

SSH : Secure Shell

SSL : Secure Sockets Layer

TLS : Transport Layer Security

Table des matières

Mes remerciements	1
La liste des abréviations	2
1 L'introduction	6
2 La présentation du laboratoire	8
2.1 La genèse et le structure	8
2.2 La communauté académique	12
2.3 Les activités de recherche	13
2.3.1 Les axes de recherche.....	13
2.3.2 Les systèmes applicatifs	13
3 L'analyse des besoins et des contraintes	15
3.1 Les besoins	16
3.1.1 La présentation détaillée des moteurs et sous-objectifs	18
3.2 Les contraintes du projet	23
3.2.1 La contrainte : Conservation et transition des données existantes (Keep existing data)	23
3.2.2 La contrainte : Pluralité des normes graphiques (Graphics standard different from all supervisors administratives)	24
3.2.3 La contrainte : Les ressources humaines (Human ressources)	24
3.2.4 La contrainte : Archivage des données de services (Services data saved and archived).....	25
3.2.5 La contrainte : Open source.....	25
3.2.6 La contrainte : Budget.....	26
3.2.7 La contrainte : Cybersécurité (Cybersecurity)	26
3.2.8 La contrainte : Évolution du système d'information	27
3.3 La conclusion : Vers une infrastructure numérique robuste et agile	28
4 L'état de l'art.....	29
4.1 L'urbanisation du système d'information	29
4.1.1 Les concepts clés	29
4.1.2 La structure du langage	30
4.1.3 La notation graphique	31
4.1.4 L'utilisation et les ressources	31
4.1.5 La communauté et son implication.....	31
4.2 La virtualisation.....	31
4.2.1 La machine virtuelle	32
4.2.2 Les conteneurs	33

4.2.3	La comparaison entre machines virtuelles et conteneurs	34
4.2.4	La virtualisation : conclusion	34
4.3	Le reverse-proxy.....	34
4.3.1	La sécurité renforcée	35
4.3.2	L'équilibrage de charge.....	35
4.3.3	La mise en cache.....	35
4.3.4	Les autres avantages.....	36
4.3.5	L'automatisation avec Docker.....	36
4.3.6	La conclusion	38
4.4	Les bonnes pratiques de sécurisation d'un serveur.....	38
5	La proposition de la nouvelle organisation des services numériques.....	41
5.1	Docker : Une capacité stratégique pour la virtualisation des services numériques	41
5.2	La documentation des services numériques	43
5.3	Processus de déploiement et de mise à jour des services numériques	43
5.3.1	Le processus de déploiement d'un nouveau service numérique.....	44
5.3.2	Le processus de mise à jour d'un service numérique	45
5.3.3	Le processus de transfert de serveur pour augmenter la sécurité	46
5.4	L'organisation générale des services numériques.....	47
5.5	Le template pour la gestion des services numériques.....	48
5.6	Les défis et les solutions	49
5.7	La conclusion	51
6	La mise en œuvre pratique.....	52
6.1	Le serveur	52
6.1.1	L'historique et l'évolution du serveur.....	52
6.1.2	Le système d'exploitation.....	53
6.2	La mise en œuvre de l'infrastructure pour le déploiement des services numériques	54
6.2.1	Le reverse Proxy.....	54
6.2.2	L'annuaire LDAP.....	55
6.2.3	Les réseaux Docker	56
6.3	Les cas d'études.....	56
6.3.1	Le modèle ArchiMate des cas d'études	56
6.3.2	Les détails techniques et les fichiers de configuration	58
6.3.3	Le site vitrine.....	59
6.3.4	Le service de discussion instantanée	60

6.3.5	Les défis et les solutions	61
7	L'impact de la mise en place de cette nouvelle organisation logicielle	67
7.1	Le retour d'expérience des membres du laboratoire	67
7.1.1	Le contexte de l'enquête	67
7.1.2	Les avantages.....	67
7.1.3	Les points d'amélioration et les suggestions.....	68
7.1.4	La conclusion	68
7.2	Les effets sur la productivité, la stabilité et la sécurité des services numériques déployés.....	69
7.3	Les perspectives d'évolution de cette organisation logicielle.....	70
8	La conclusion	72
9	Les annexes	74
9.1	L'annexe A : Fichier de configuration Docker Compose pour le site vitrine.	74
9.2	L'annexe B : Script de gestion des secrets `get_secret.sh`	77
9.3	L'annexe C : Fichier de configuration de l'image disp/postgres.....	78
9.4	L'annexe D : Makefile	78
9.5	L'annexe E : Script de sauvegarde du contexte de déploiement.....	91
9.6	L'annexe F : Script de sauvegarde des données	92
9.7	L'annexe G : Fichier de configuration Docker Compose pour le service de discussion instantanée.....	92
9.8	L'annexe H : Verbatim des retours d'expériences des membres du laboratoire	95
9.8.1	Les retours écrits	95
9.8.2	La retranscription des retours oraux	98
10	La bibliographie	99
11	La liste des figures.....	101
12	La liste des tableaux	102
	RÉSUMÉ	103
	SUMMARY	103

1 L'introduction

La recherche scientifique et l'innovation émergent comme des réponses cruciales aux enjeux instaurés par l'évolution du paysage socio-économique. Pour relever ces défis avec brio, le laboratoire DISP (Décision & Information pour les Systèmes de Production) regroupe des chercheurs et enseignants-chercheurs de l'Université de Lyon, porteurs d'une double expertise en Génie Industriel et Informatique au service de l'entreprise. Dans cette optique, le laboratoire génère des connaissances novatrices, les transfère et les applique au tissu socio-économique. L'objectif est de renforcer la performance, l'agilité et la résilience des systèmes de production, des biens aux services, ainsi que des chaînes logistiques mondiales.

Au cœur de cette dynamique de progrès et d'exploration, s'est profilé un objectif impératif et ambitieux au sein du laboratoire DISP : la révolution du système d'information pour tendre vers une efficacité optimale. Au fil de ce mémoire d'ingénieur en informatique, nous plongerons dans cette aventure innovante qui a vu le jour en 2016, avec ma prise de fonction en tant que responsable du système d'information au sein du laboratoire DISP. Auparavant, la gestion des services communs, site web vitrine et site intranet, et de recherche reposait essentiellement sur les épaules de chaque enseignant-chercheur, engendrant des disparités flagrantes dans l'accès aux services parmi les membres du laboratoire. De plus, l'absence d'une architecture organisationnelle robuste engendrait une dépendance aux fournisseurs tiers, entraînant des coûts croissants et une complexité grandissante dans la maintenance des sites web.

Face à ces défis d'envergure, le projet a pris pour orientation la proposition d'une restructuration complète du système d'information, avec une focalisation forte sur la composante logicielle. L'objectif était de mettre en place une architecture novatrice dans le but de déployer et de mettre à jour, en toute simplicité et efficacité, les services communs déjà en place et ceux à venir, tout en respectant des contraintes cruciales : une équipe restreinte, l'adoption de l'open source pour garantir une bonne transparence, une documentation limpide qui assurerait la pérennité des efforts investis et une maîtrise interne.

Ce mémoire s'emploie à retracer, pas à pas, le cheminement de la conception et de la mise en œuvre de cette architecture novatrice au sein du laboratoire DISP. Dans cette

quête, l'attention se tournera résolument vers les aspects techniques, explorant la méthode ArchiMate [1] pour cartographier les étapes clés du projet. De plus, j'examinerai l'intégration stratégique de la technologie Docker et d'un reverse proxy autonome, pour rationaliser le déploiement et la gestion des services, unifiant ainsi l'ensemble sur un seul serveur. Cette démarche contribuera à réduire les coûts tout en allégeant la charge de maintenance.

Les enjeux de pérennité revêtent une importance capitale, étant donné que la responsabilité totale des facettes du système d'information du laboratoire repose sur moi, unique acteur au sein de l'équipe. Puisque l'équipe se limite qu'à ma personne, le partage de l'expertise et de la connaissance peut être simplement orchestrée de manière écrite. La durabilité et la transmission du projet dépendent essentiellement de la documentation rigoureuse qui l'accompagne. Ainsi, l'objectif fondamental est de mettre en place des documents clairs et accessibles qui puissent faciliter la prise en main par un successeur. L'élaboration minutieuse de la documentation joue donc un rôle crucial dans la réalisation de cet objectif.

Enfin, ce mémoire ne se contente pas de refléter ces réalisations techniques ; il vise aussi à tracer l'itinéraire vers mes aspirations académiques en jetant les bases d'un futur doctorat en système d'information au sein du laboratoire DISP.

Au fil des pages suivantes, j'amorcerai cette aventure en scrutant de près les besoins et les contraintes qui ont façonné cette démarche innovante. Dans un second temps, j'élargirai notre perspective en examinant les fondements nécessaires à la proposition à venir avec le choix de la technologie de déploiement et le concept essentiel du reverse proxy.

L'étape suivante nous guidera à travers la proposition d'une nouvelle organisation logicielle. Je dévoilerai l'architecture globale pensée pour simplifier le déploiement des services, mettant en lumière les processus clés qui rythmeront cette révolution numérique. Après cette vision théorique, je vous plongerai dans la réalité concrète, détaillant l'environnement matériel retenu et décrivant les étapes tangibles de la mise en œuvre.

Avant de conclure cette aventure intellectuelle, je prendrai le temps d'explorer les retours d'expérience des membres du laboratoire et d'esquisser les perspectives prometteuses qui se dessinent pour l'avenir..

2 La présentation du laboratoire

Le laboratoire DISP (Décision et Information pour les Systèmes de Production) est une unité de recherche publique en France, régie par l'article L313-1 du code de la recherche [2]. Situé au cœur d'une métropole universitaire animée, il est affilié à plusieurs institutions renommées, dont l'INSA¹ Lyon, l'Université Claude Bernard Lyon 1 et l'Université Lumière Lyon 2, en collaboration avec l'Université Jean Monnet de Saint-Étienne et l'école de management Lyon.

Dans le cadre de cette présentation du laboratoire DISP, j'ai recours à des vues ArchiMate pour fournir une représentation visuelle de sa structure interne, de ses relations hiérarchiques et de sa localisation géographique. Cette approche permet de mieux appréhender la complexité organisationnelle et spatiale du laboratoire.

2.1 La genèse et le structure

Le Laboratoire DISP (Décision et Information pour les Systèmes de Production) a été fondé en 2011 sous la direction visionnaire de Valérie Botta-Genoulaz, professeure des universités de l'INSA Lyon. Initialement composé de 18 enseignants-chercheurs, il s'est rapidement imposé comme une référence en matière de recherche dans les domaines du Génie industriel et de l'Informatique pour l'entreprise, incarnant un engagement profond envers l'interdisciplinarité et l'innovation.

Au fil des années, le laboratoire a évolué pour répondre aux défis contemporains, adaptant ses axes de recherche pour inclure des domaines émergents. Aujourd'hui, alors qu'il entame son troisième mandat sous la direction de Vincent Cheutet, professeur des universités, le laboratoire a modifié son organisation en remplaçant ses anciens axes de recherche par deux nouveaux : la Gestion et l'Optimisation des Opérations (G2O) et le Système d'Information et les Données (SIDo). Ces nouveaux axes sont étroitement liés à trois systèmes applicatifs majeurs : les Systèmes Industriels, les Services, et les Systèmes de Santé. Chacun de ces systèmes vise à répondre à des besoins spécifiques, tout en contribuant à l'objectif global du laboratoire : rester à la pointe de la recherche scientifique et technologique, tout en maintenant des collaborations internes solides.

¹ INSA : Institut National des Sciences Appliquées

Pour mieux illustrer ces dynamiques internes, j'ai élaboré les vues suivantes afin de mettre en évidence les liens hiérarchiques et fonctionnels au sein du laboratoire, ainsi que les interconnexions dans la gouvernance et la gestion de la recherche.

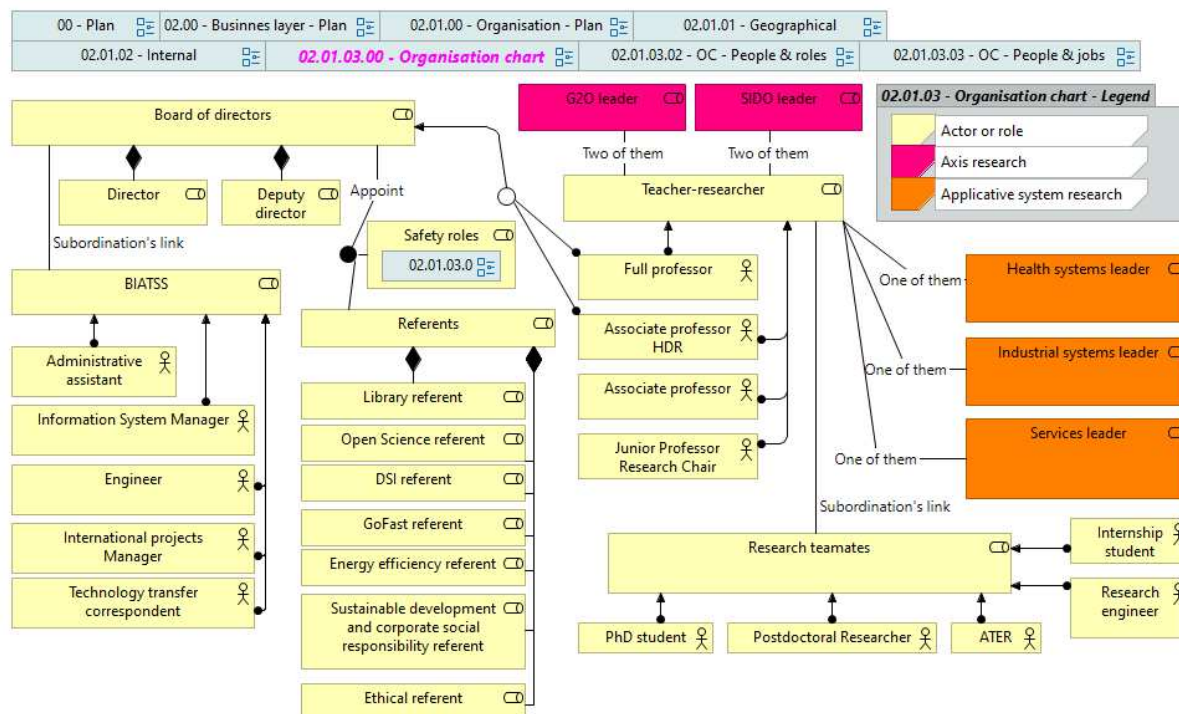


Figure 1 : Organigramme par type de postes et rôles

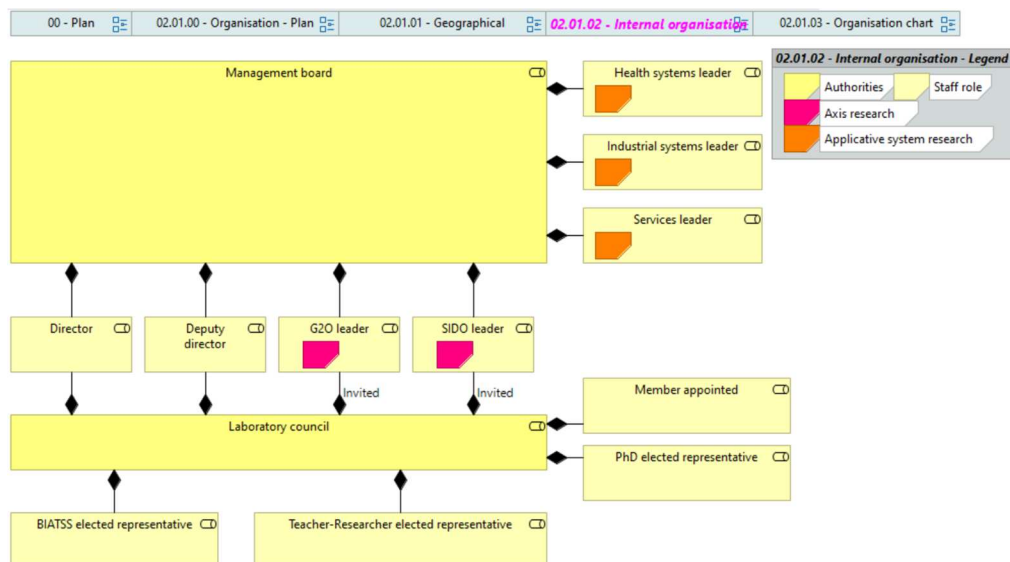


Figure 2 : Organisation des instances du laboratoire

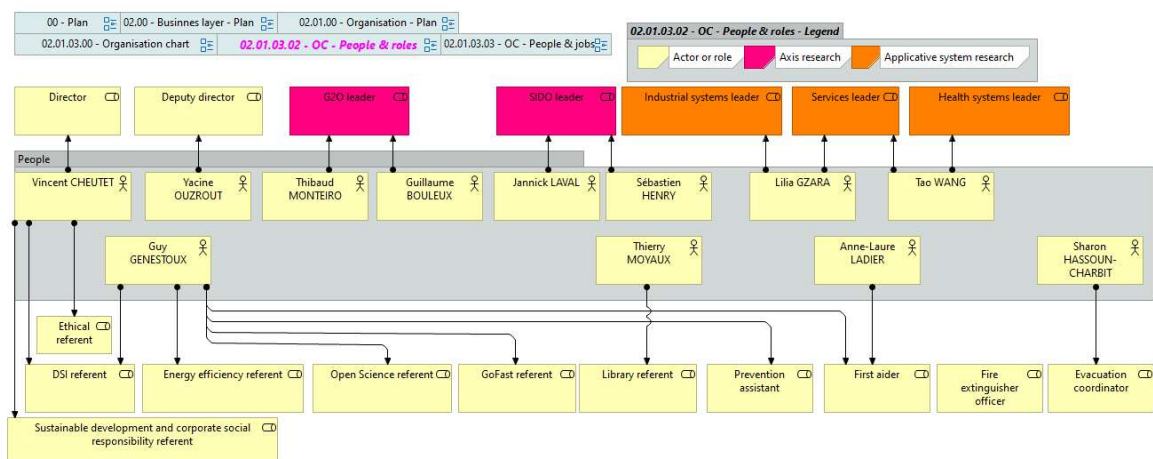


Figure 3 : Répartition des rôles parmi les membres du laboratoire

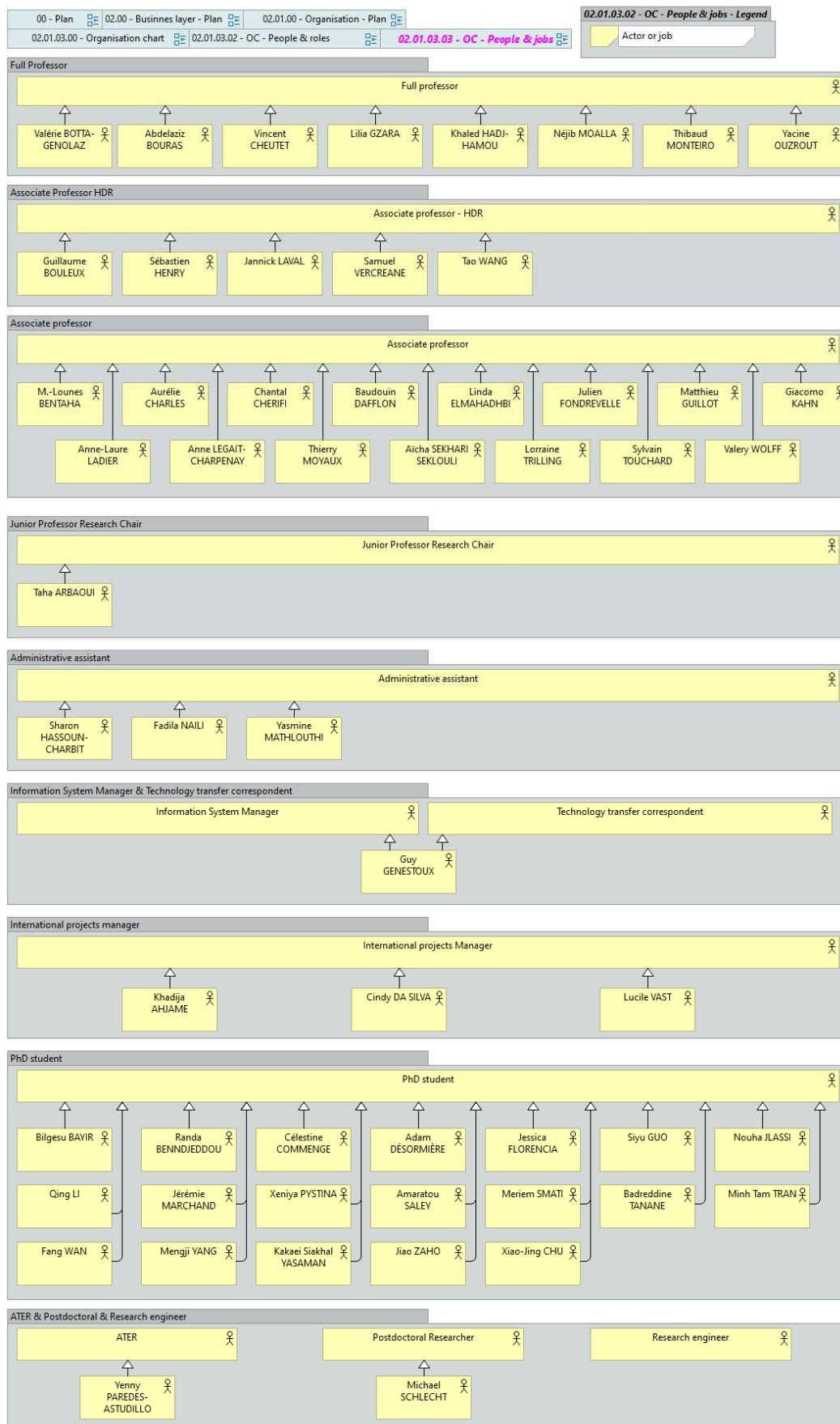


Figure 4 : Répartition des membres par poste

2.2 La communauté académique

Comptant désormais 28 enseignants-chercheurs, 7 membres administratifs et techniques et 18 doctorants, le laboratoire DISP continue d'attirer des esprits brillants du monde entier. Leurs expertises diversifiées et leurs engagements envers l'excellence académique font du laboratoire un creuset d'innovation et de découverte.

J'ai élaboré une vue ArchiMate qui illustre la répartition géographique des membres du laboratoire. Cette représentation visuelle permet de visualiser la dispersion des chercheurs et des doctorants dans la région lyonnaise.

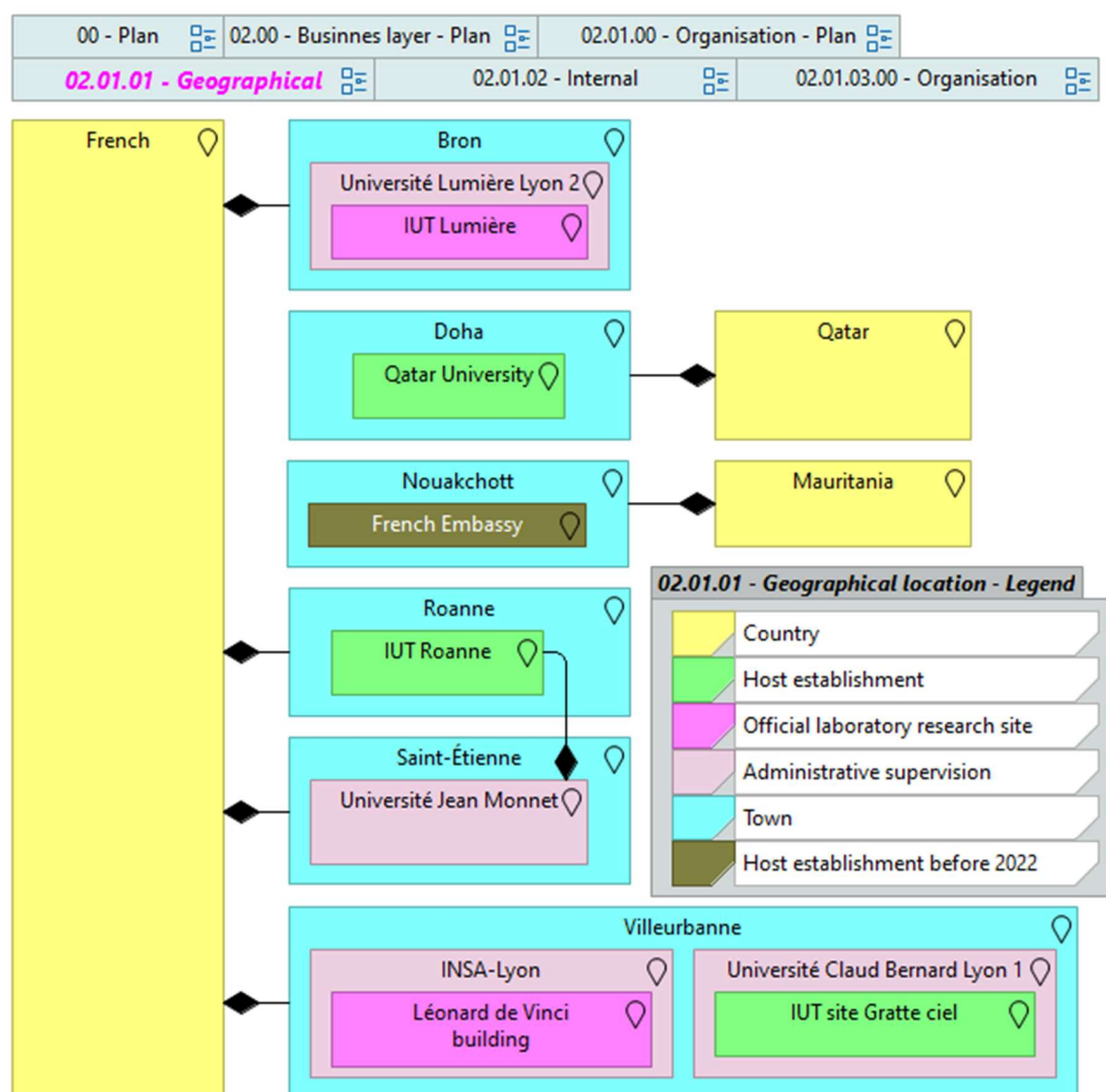


Figure 5 : Localisation géographique du laboratoire

2.3 Les activités de recherche

Le Laboratoire DISP excelle dans la conception et le déploiement de méthodes d'aide à la décision et de systèmes d'information, visant à améliorer la performance, l'agilité et la résilience des systèmes de production de biens et de services, ainsi que des chaînes logistiques globales. Doté d'une double expertise en Génie Industriel et Informatique pour l'entreprise, le laboratoire exploite un large éventail de compétences, notamment en Modélisation, Recherche Opérationnelle, Simulation, Génie logiciel, Intelligence artificielle, Planification, Ordonnancement et Aide à la décision.

2.3.1 Les axes de recherche

- Gestion et Optimisation des Opérations (G2O) : Cet axe vise à organiser, piloter et améliorer la performance des systèmes de production de biens et de services, ainsi que des chaînes logistiques, dans des environnements dynamiques et incertains. Il se concentre sur la résolution de problèmes de planification, d'ordonnancement, de logistique et de gestion de crises.
- Système d'Information et les Données (SIDo) : Cet axe se focalise sur la transformation digitale des entreprises par l'évolution des systèmes d'information, avec une vision de cycle de vie des données, des produits / services et des systèmes complexes. Il met l'accent sur la mutation des systèmes d'information, l'exploitation du big data et la gestion du cycle de vie des produits et des systèmes.

2.3.2 Les systèmes applicatifs

- Systèmes Industriels : Ce système applicatif se concentre sur l'étude des transformations digitales dans l'ère de l'industrie 4.0. Il cherche à améliorer la performance des organisations et à accompagner les humains dans le processus de prise de décision.
- Services : L'axe sur les Services met l'accent sur l'application des services, en tenant compte de leur intangibilité et de leur flexibilité, tout en cherchant à équilibrer la standardisation et la personnalisation.
- Systèmes de Santé : Ce système applicatif développe des outils et des méthodes pour l'ingénierie des systèmes de production de soins, contribuant

ainsi à l'amélioration de l'efficacité des moyens mobilisés pour atteindre les objectifs de qualité et d'équité dans les soins.

Le laboratoire DISP participe également à plusieurs projets de recherche financés par des institutions telles que l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) et l'Union européenne. Parmi ces projets, on trouve des initiatives centrées sur les jumeaux numériques, la mobilité adaptée, le suivi prédictif de l'affluence des patients dans les services d'accueil des urgences, et le développement de composites haute performance pour des applications spécifiques.

Ainsi, après avoir passé en revue les activités et les réalisations du laboratoire DISP, je peux maintenant aborder l'analyse des besoins pour identifier les défis futurs et les opportunités de recherche.

3 L'analyse des besoins et des contraintes

Depuis mon arrivée au laboratoire DISP fin 2016, j'ai entrepris une analyse approfondie des besoins et des contraintes liés à notre projet d'harmonisation du système d'information (HIS). Ce projet, initié par la direction pour répondre aux défis actuels et futurs du laboratoire, est une étape cruciale pour renforcer mon efficacité opérationnelle et maximiser l'impact de nos activités de recherche.

En tant que chef de projet HIS, j'ai été chargé de coordonner et de diriger les efforts visant à harmoniser notre système d'information pour soutenir les objectifs organisationnels et stratégiques. Ce projet englobe plusieurs aspects, notamment la gestion des sites web, la diffusion des résultats de recherche, la simplification des processus administratifs, et bien plus encore.

Ma démarche vise à créer un environnement numérique cohérent et intégré qui favorise la collaboration, simplifie les tâches et maximise l'utilisation efficace de nos ressources. Pour cela, je cherche à identifier et à résoudre les besoins et les contraintes spécifiques qui entravent actuellement mon efficacité et mon agilité opérationnelle.

Dans cette section, j'explorerai en détail les besoins essentiels du laboratoire DISP, en mettant en lumière les défis auxquels je suis confronté et les solutions que j'envisage. J'examinerai également les contraintes qui influent sur mes efforts et les stratégies d'atténuation que je prévois dans le cadre du projet HIS.

Avant de détailler les besoins et les contraintes, je vous présente deux vues ArchiMate pour faciliter la compréhension du contexte du projet HIS. La première (01.01.00 – Stakeholder – driver initial) montre tous les drivers identifiés et leurs imbrications,

tandis que la seconde (01.02.00 - Stakeholder view goals) illustre ces drivers avec les principaux objectifs associés.

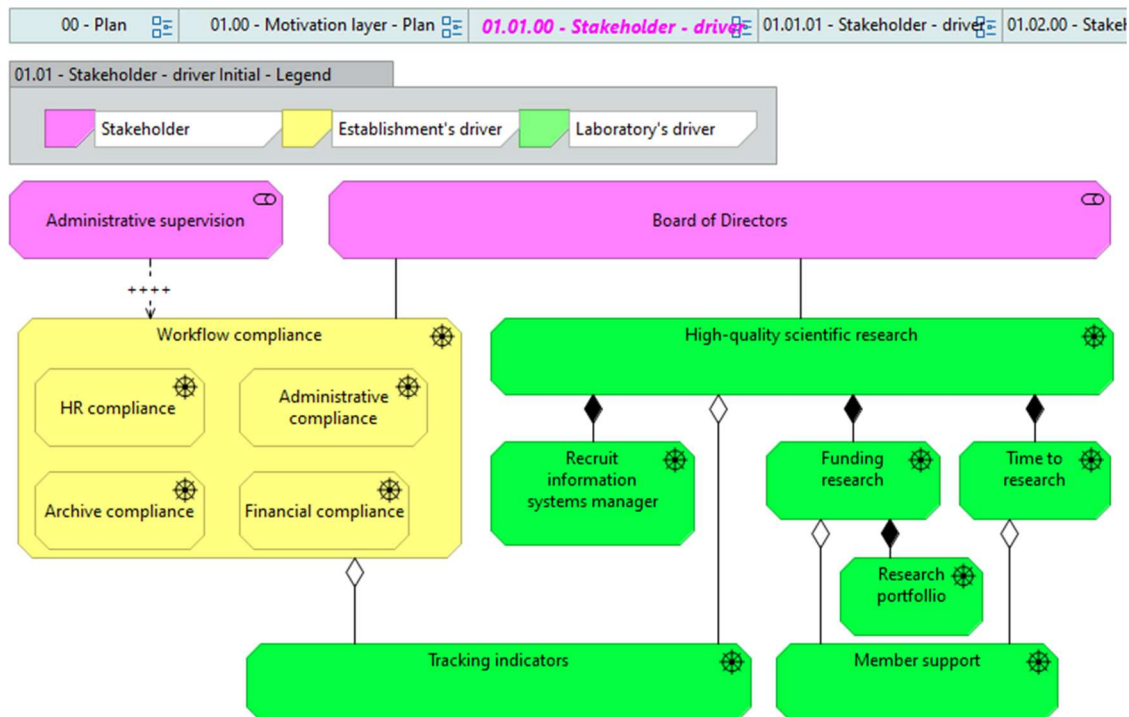


Figure 6 : Présentation des parties prenantes avec les moteurs de décisions

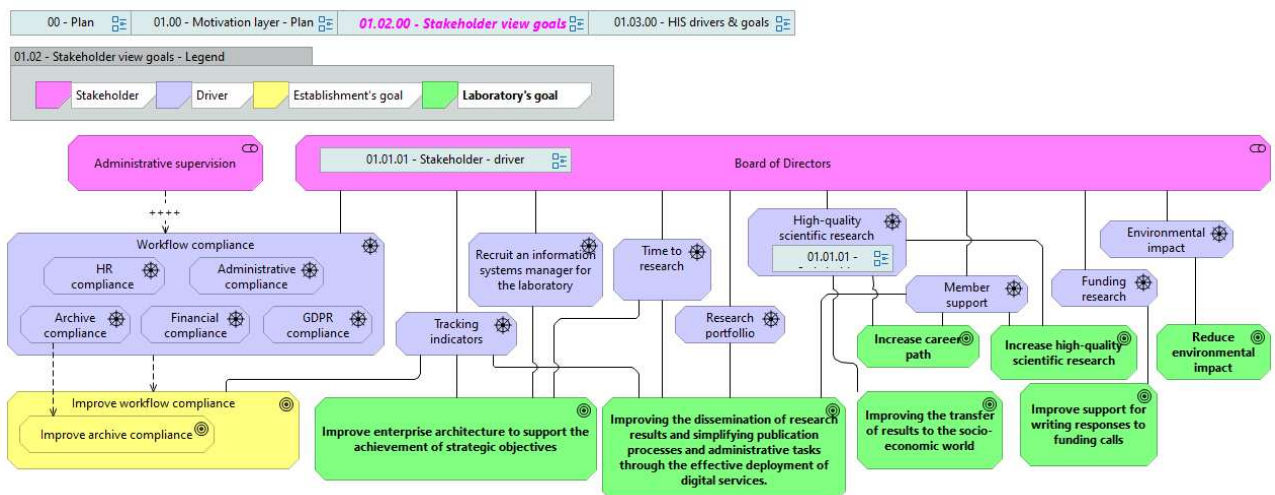


Figure 7 : Ajout des objectifs à la présentation précédente

3.1 Les besoins

La direction a décidé, à la suite de mes recommandations, de prioriser les deux objectifs suivants :

1. **Améliorer l'architecture d'entreprise pour soutenir la réalisation des objectifs stratégiques** (Improve enterprise architecture to support the

achievement of strategic objectives) : j'entreprends le développement de l'architecture d'entreprise du laboratoire afin de garantir qu'elle soit alignée sur nos objectifs organisationnels. Cela implique l'identification des lacunes actuelles, la conception de solutions innovantes et la mise en œuvre de pratiques optimisées pour améliorer notre efficacité opérationnelle et notre agilité stratégique.

2. **Améliorer la diffusion des résultats de la recherche et simplifier les processus de publication et les tâches administratives grâce au déploiement efficace de services numériques** (Improving the dissemination of research results and simplifying publication processes and administrative tasks through the effective deployment of digital services.) : mon objectif est de mettre en place une plateforme innovante qui permettra aux chercheurs de partager leurs résultats de recherche de manière transparente et accessible. Je prévois d'intégrer des outils de publication en ligne, un partage de document plus simple et des mécanismes de communication interactifs pour stimuler la collaboration et maximiser l'impact de nos découvertes.

Ces deux objectifs s'inscrivent parmi ceux identifiés et découlent de nombreux moteurs, dont le principal est une recherche scientifique de haute qualité. La vue complète des moteurs avec leurs objectifs est illustrée dans l'image précédente.

Avant de présenter ces différents moteurs, je vous présente une vue illustrant une décomposition des deux objectifs prioritaires en sous éléments (0.1.03.00 – HIS Project's Goals).

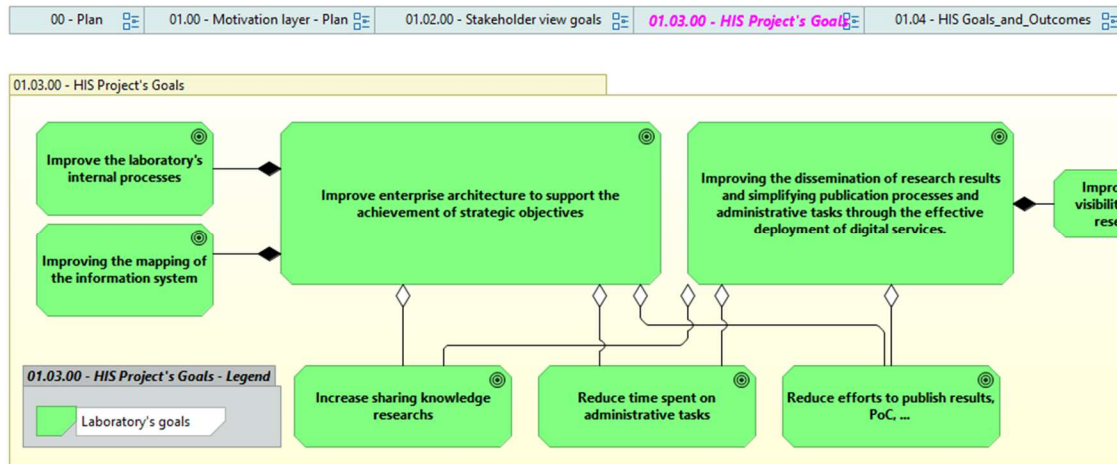


Figure 8 : Présentation des objectifs du projet

3.1.1 La présentation détaillée des moteurs et sous-objectifs

Pour mieux comprendre les moteurs identifiés, examinons-les en détail ainsi que les sous-objectifs associés :

3.1.1.1 Le moteur : Tracking indicators

Il est crucial pour le laboratoire de disposer de mécanismes efficaces pour suivre et évaluer ses performances à travers divers indicateurs. Ces indicateurs peuvent couvrir plusieurs aspects tels que la production scientifique, les aspects financiers, les ressources humaines, les collaborations internationales, etc.

Suivre différents indicateurs est essentiel pour évaluer l'efficacité opérationnelle et l'alignement sur les objectifs stratégiques du laboratoire. Cela permet également d'identifier les domaines de force et de faiblesse, de fournir des données pour l'analyse de la performance, et de prendre des décisions informées.

Les indicateurs peuvent être variés selon les besoins spécifiques du laboratoire. Cela peut inclure le nombre de publications scientifiques par chercheur, les dépenses de recherche, le taux d'obtention de financements, le suivi des collaborations internationales, la productivité des équipes de recherche, etc.

Le laboratoire pourrait envisager l'utilisation de tableaux de bord personnalisés ou de logiciels de gestion intégrés pour collecter, analyser et présenter ces indicateurs de manière visuelle et accessible. L'automatisation de certains processus de collecte de données peut également être envisagée pour faciliter le suivi régulier des indicateurs clés.

Les indicateurs servent de base à l'amélioration continue. En identifiant les tendances, les forces et les faiblesses, le laboratoire peut ajuster ses stratégies, allouer efficacement ses ressources et mettre en place des plans d'action pour améliorer sa performance dans les domaines identifiés.

L'exactitude et la fiabilité des données d'indicateurs sont cruciales. Des mécanismes de contrôle de qualité, une documentation claire des méthodologies de collecte et une validation régulière des données doivent être mis en place pour assurer l'intégrité des informations utilisées pour l'évaluation.

Le suivi d'indicateurs est lié aux objectifs suivants :

- Améliorer la diffusion des résultats de la recherche et simplifier les processus de publication et des tâches administratives grâce au déploiement efficace de services numériques ;
- Améliorer l'architecture d'entreprise pour soutenir la réalisation des objectifs stratégiques ;
- Améliorer la conformité des processus des tutelles.

Cela offre une vision claire de la performance globale et des progrès vers les objectifs fixés.

3.1.1.2 Le moteur : Recruit an information systems manager for the laboratory

Initialement, le laboratoire avait identifié un besoin crucial en matière de gestion et de maintenance de son système d'information. Dans cette optique, le recrutement d'un responsable dédié avait été défini comme un objectif prioritaire pour répondre à cette nécessité. Ce recrutement a été effectué avec succès et a permis de doter le laboratoire d'une ressource clé pour la gestion de son infrastructure informatique.

Bien que le recrutement du responsable du système d'information ait été réalisé avec succès, cet objectif demeure un élément pivot dans la stratégie future du laboratoire. La mention de cet objectif dans cette section vise à souligner l'importance de cette fonction et la nécessité de maintenir cette ressource à long terme. En gardant à l'esprit l'évolution constante de la technologie et des besoins, ce recrutement peut de nouveau devenir crucial dans l'avenir du laboratoire.

3.1.1.3 *Le moteur : Time to research*

Le besoin de libérer du temps pour les enseignants-chercheurs est crucial pour notre laboratoire. Une partie significative de leur temps est consacrée à des tâches administratives, détournant ainsi leur énergie et leur expertise de la recherche fondamentale et appliquée. Cela inclue la gestion laborieuse des sites web individuels, la lourdeur administrative, et la coordination des membres.

En se consacrant davantage à la recherche, les chercheurs peuvent améliorer la qualité de leurs travaux, accroître leur connaissance, et ainsi renforcer la réputation et l'impact scientifique du laboratoire. Cela correspond directement à l'objectif stratégique du laboratoire qui est de maintenir un haut niveau de recherche scientifique.

Pour remédier à cela, j'envisage d'instaurer un processus centralisé et automatisé pour la gestion des sites web du laboratoire, ainsi qu'un système numérique pour simplifier et accélérer les processus administratifs. Ceci permettra aux enseignants-chercheurs de se libérer de ces tâches administratives récurrentes ou de minimiser le temps passé à ces tâches.

L'une des solutions prévues est de mettre en place un système évolutif de déploiement des sites web basé sur des technologies de virtualisation avec un modèle de description des technologies utilisées pour déployer un site web. Cela réduira significativement le temps consacré à leur gestion technologique et de garantir une liberté de contenu. Une autre solution est la mise en place d'outils numériques en lien pour aider dans leur recherche.

Cependant, cette transition peut rencontrer une résistance due à l'adaptation à de nouveaux outils. Pour atténuer cela, je prévois des formations détaillées et un support continu pour faciliter cette transition en douceur.

Cette solution s'aligne avec l'objectif global du projet qui est d'améliorer la diffusion des résultats de la recherche et simplifier les processus de publication et des tâches administratives grâce au déploiement efficace de services numériques (Improving the dissemination of research results and simplifying publication processes and administrative tasks through the effective deployment of digital services). Cet objectif comprend les sous-objectifs suivants :

- Améliorer la visibilité de nos recherches (Improve the visibility of our research)

- Réduire les efforts de publication des résultats, Preuve de Conception, ... (Reduce efforts to publish results, PoC, ...)
- Réduire le temps consacré aux tâches administratives (Reduce time spent on administrative tasks)
- Accroître le partage des connaissances en matière de recherche (Increase sharing knowledge researchs)

3.1.1.4 Le moteur : Member support

Le besoin de soutien pour les membres du laboratoire est essentiel pour assurer une transition fluide vers de nouveaux processus et outils. La croissance du laboratoire a entraîné des défis organisationnels, notamment en ce qui concerne les ressources humaines et le traitement des demandes administratives. Il est crucial de fournir un soutien adéquat pour assurer une adoption harmonieuse des nouveaux processus.

En offrant un support approprié, le laboratoire vise à améliorer l'efficacité opérationnelle et la productivité des membres. Cela procurera une meilleure utilisation des ressources et contribuera à maintenir un environnement de recherche dynamique et propice à l'innovation.

Afin de répondre à ce besoin, j'envisage de mettre en place un système d'assistance centralisé pour les membres, facilitant ainsi la résolution des problèmes administratifs, techniques ou logistiques rencontrés dans leurs activités quotidiennes au laboratoire.

Une solution pratique serait de développer une plateforme de ticket en ligne, où les membres peuvent soumettre leurs demandes spécifiques (administratives, IT, logistiques, etc.). Chaque ticket serait assigné à un responsable correspondant pour un suivi et une résolution efficace. Cela réduira la dépendance aux communications informelles (par courriel ou oralement) pour traiter les demandes, garantissant ainsi une meilleure traçabilité et un meilleur suivi des demandes des membres.

Certains membres pourraient rencontrer des difficultés à s'adapter à ce nouveau système. Pour atténuer cela, des sessions de formation interactives seront organisées, avec un accompagnement personnalisé pour aider les membres à utiliser pleinement et efficacement ce système de support.

Cette solution s'aligne avec l'objectif global du projet qui est d'améliorer la diffusion des résultats de la recherche et simplifier les processus de publication et des tâches

administratives grâce au déploiement efficace de services numériques (Improving the dissemination of research results and simplifying publication processes and administrative tasks through the effective deployment of digital services).

3.1.1.5 Le moteur : Research Portfolio

Le laboratoire aspire à une visibilité accrue de ses réalisations de recherche. Il est crucial de disposer d'un système de gestion d'un site web performant dans le but de minimiser le temps passé sur le déploiement et la maintenance du site web. De plus, il faut offrir une liberté aux enseignants-chercheurs et doctorants dans les choix technologiques pour publier leurs réalisations. Ensuite, il faut organiser le lien entre ces sites web et le site vitrine. Cela permettra de présenter de manière efficace et exhaustive les compétences et les contributions du laboratoire à la communauté scientifique et au monde socio-économique.

En développant un portfolio détaillé de ses recherches, le laboratoire cherche à consolider sa réputation et à accroître sa présence dans le domaine scientifique et industriel. Cela renforcera également les partenariats et les collaborations avec d'autres institutions et entités du monde socio-économique.

Une solution envisagée consiste à mettre en place un système évolutif de déploiement et de maintenance des sites web. Pour donner suite à une demande formulée par un membre, l'équipe système d'information pourra déployer le site web demandé suivant les technologies choisies lors de ladite demande. Il restera au membre à créer le contenu et de mettre à jour le site vitrine pour référencer ce nouveau site. Ainsi, l'équipe système d'information du laboratoire maintiendra ce nouveau site avec les mêmes procédures que les autres. Les chercheurs partageront facilement leurs travaux et aux visiteurs d'accéder rapidement à l'information recherchée.

Il s'agirait de créer un site en ligne qui sera la vitrine personnalisée pour le laboratoire, répertoriant les différentes recherches menées, les articles publiés, les projets en cours et terminés, ainsi que toute autre activité de recherche significative. Chaque élément du portfolio serait présenté de manière concise et claire, offrant une vue d'ensemble des réalisations du laboratoire. De plus, il sera possible de générer une site web pour présenter plus en détail certains projets avec leur propre charte graphique puisque certains projets sont des collaborations avec d'autres laboratoires de recherche ou des entreprises privées.

Certaines contraintes telles que la collecte exhaustive des données historiques peuvent représenter un défi. Pour surmonter cela, une phase de transition pourrait être envisagée, avec une priorité sur les projets de recherche les plus récents ou les plus impactant pour démarrer le portfolio. En parallèle, un processus d'intégration continue des nouvelles réalisations sera mis en place pour maintenir le portfolio à jour.

Ce portfolio de recherche s'inscrit directement dans l'objectif global du projet qui est de renforcer la visibilité des réalisations du laboratoire. Cela contribuera également à l'amélioration de la communication interne et externe en offrant un aperçu complet et accessible des activités de recherche du laboratoire.

3.2 Les contraintes du projet

Au cœur de la vision d'une transformation réussie du laboratoire DISP se dressent des défis et des contraintes significatifs, des obstacles incontournables à surmonter pour mener à bien ce projet ambitieux. Ces contraintes, loin d'être des entraves, sont des points cruciaux à considérer pour garantir le succès de la transition. La vue suivante nous les présente avant d'entrer dans le détail.

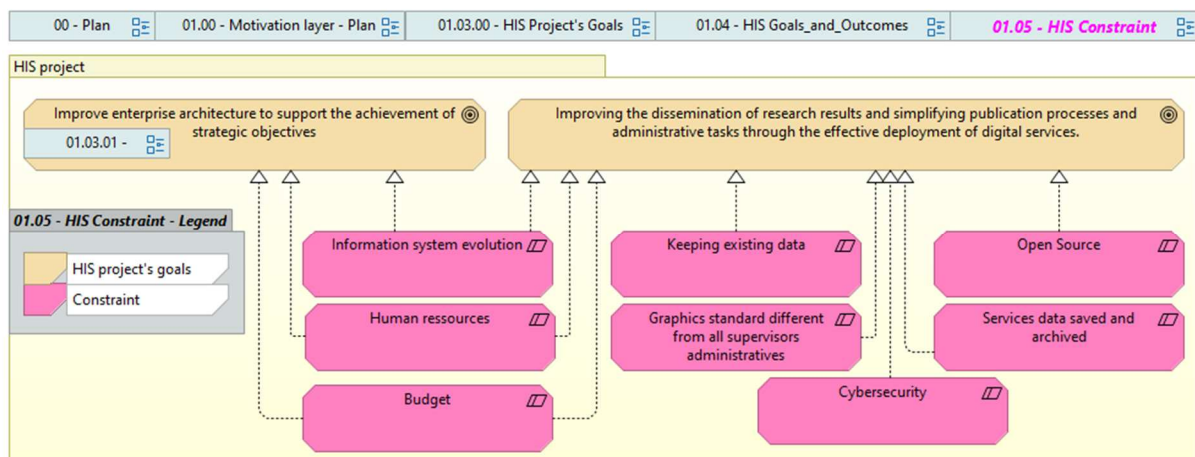


Figure 9 : Présentation des contraintes du projet

3.2.1 La contrainte : Conservation et transition des données existantes (Keep existing data)

Répercussions sur les besoins : Cette contrainte pourrait impacter le besoin de centralisation de la gestion des sites web, car la transition des données existantes vers de nouvelles solutions pourrait poser des défis en termes d'intégrité et d'accessibilité des données.

Risques associés : Il existe un risque de perte de données critiques ou de perturbation des processus si la transition n'est pas effectuée de manière fluide.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer ce risque, une stratégie de migration minutieuse et planifiée devrait être élaborée, avec des tests rigoureux avant la transition complète. Un exemple pourrait être la mise en place de processus de validation des données pour assurer leur intégrité avant et après la transition.

3.2.2 La contrainte : Pluralité des normes graphiques (Graphics standard different from all supervisors administratives)

Répercussions sur les besoins : Cette contrainte pourrait entraver la nécessité de présenter les résultats de recherche de manière unifiée sur les sites web, car les normes graphiques divergentes pourraient poser des défis en termes d'harmonisation visuelle.

Risques associés : Le risque de confusion ou de perte d'identité visuelle du laboratoire si les normes graphiques ne sont pas intégrées de manière cohérente.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer cette contrainte, une approche pourrait consister à élaborer un guide graphique flexible permettant l'intégration de plusieurs normes, tout en préservant l'identité visuelle globale du laboratoire.

3.2.3 La contrainte : Les ressources humaines (Human resources)

Répercussions sur les besoins : Cette contrainte peut affecter le besoin de soutien aux membres du laboratoire, car une équipe limitée pourrait compromettre la capacité à offrir un support adéquat.

Risques associés : Risque d'une surcharge de travail pour le responsable du système d'information, risque de retards dans la résolution des problèmes et de l'assistance aux membres.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer ce risque, une solution pourrait être l'automatisation de certains processus de support à l'aide de chat bots ou de systèmes d'assistance intelligents, permettant de répondre à certaines demandes sans intervention directe.

3.2.4 La contrainte : Archivage des données de services (Services data saved and archived)

Répercussions sur les besoins : Cette contrainte peut affecter le besoin de conservation des données pour le suivi des indicateurs, car l'archivage des données pourrait poser des défis techniques.

Risques associés : Risque de perte de données importantes, risque de non-conformité avec les exigences de sauvegarde et d'archivage.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer ce risque, une solution pourrait être la mise en place d'un système automatisé de sauvegarde et d'archivage des données basé sur des protocoles de sécurité robustes pour garantir l'intégrité et la disponibilité des données.

3.2.5 La contrainte : Open source

Répercussions sur les besoins : Le laboratoire peut avoir besoin de compétences spécifiques pour les maintenir ou les intégrer dans le système d'information, de plus il faudra identifier si la communauté associée est réactive pour le support technique ainsi qu'en terme de sécurité.

Risques associés : Les logiciels Open Source peuvent présenter des vulnérabilités de sécurité si les mises à jour ne sont pas régulièrement appliquées. Cela peut exposer le laboratoire à des risques de piratage ou de perte de données.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer les risques associés à l'utilisation de solutions Open Source, le laboratoire peut adopter les mesures suivantes :

- Surveillance et gestion des vulnérabilités : Mettre en place un processus de surveillance des vulnérabilités et des mises à jour régulières pour tous les logiciels Open Source utilisés. Cela permet de réduire les risques liés à l'exploitation de failles de sécurité.
- Diversification des sources Open Source : Ne pas dépendre uniquement d'une seule communauté Open Source pour les solutions critiques. Diversifier les sources et choisir des projets Open Source bien établis et actifs.

3.2.6 La contrainte : Budget

Répercussions sur les besoins : La contrainte budgétaire peut limiter les ressources disponibles pour répondre aux besoins du laboratoire en matière de développement de système d'information. Cela peut entraîner des compromis dans la qualité des solutions mises en œuvre, une limitation des fonctionnalités disponibles et un retard dans la mise en œuvre des initiatives planifiées.

Risques associés : Un budget limité peut entraîner des retards dans le déploiement de solutions informatiques nécessaires, compromettant ainsi la productivité et l'efficacité opérationnelle du laboratoire. De plus, une allocation de ressources insuffisante pourrait conduire à des solutions sous-optimales qui ne répondent pas pleinement aux besoins des utilisateurs. En outre, une contrainte budgétaire pourrait entraîner une perte de compétitivité du laboratoire en limitant sa capacité à investir dans des technologies de pointe et à suivre les tendances du secteur.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer les effets de la contrainte budgétaire, le laboratoire pourrait envisager des solutions alternatives telles que l'utilisation de logiciels open source ou de solutions cloud moins coûteuses. De plus, une gestion rigoureuse des coûts et une priorisation des initiatives en fonction de leur valeur ajoutée pourraient aider à optimiser l'utilisation des ressources limitées. En outre, le laboratoire pourrait explorer des possibilités de partenariat avec d'autres laboratoires ou d'inclure certains frais dans les projets de recherche.

3.2.7 La contrainte : Cybersécurité (Cybersecurity)

Répercussions sur les besoins : La contrainte de cybersécurité impose la nécessité de sécuriser les systèmes d'information du laboratoire contre les cybermenaces et les violations de données. Cela nécessite des investissements dans des mesures de sécurité appropriées et des procédures de gestion des risques pour protéger les données sensibles et les informations confidentielles.

Risques associés : Un manque de mesures de sécurité adéquates expose le laboratoire à des risques tels que les violations de données, les intrusions malveillantes et les interruptions de service, ce qui peut entraîner des pertes financières, des dommages à la réputation et des conséquences juridiques. De plus, une mauvaise gestion de la cybersécurité peut compromettre la confidentialité,

l'intégrité et la disponibilité des données, mettant ainsi en danger la recherche et les activités du laboratoire.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer les risques liés à la cybersécurité, le laboratoire pourrait mettre en œuvre des mesures de sécurité telles que l'authentification à deux facteurs, le cryptage des données, la surveillance des journaux d'activité et la sensibilisation à la sécurité pour le personnel. De plus, l'adoption de bonnes pratiques de gestion des risques, telles que l'évaluation régulière des vulnérabilités et la mise en œuvre de correctifs de sécurité, peut aider à réduire l'exposition aux menaces. En outre, la collaboration avec des experts en sécurité informatique et le recours à des services de surveillance et de réponse aux incidents peuvent renforcer la posture de sécurité globale du laboratoire.

3.2.8 La contrainte : Évolution du système d'information

Répercussions sur les besoins : La contrainte de l'évolution du système d'information implique la nécessité de maintenir la pertinence et la performance du système au fil du temps. Cela peut entraîner des besoins constants d'adaptation, de mise à jour et de développement pour répondre aux exigences changeantes du laboratoire et aux avancées technologiques.

Risques associés : Un système d'information obsolète ou inadapté peut entraîner une perte d'efficacité opérationnelle, une diminution de la productivité et une augmentation des coûts de maintenance. De plus, une évolution insuffisante du système peut conduire à des lacunes fonctionnelles, des incompatibilités avec d'autres systèmes et une incapacité à répondre aux besoins émergents du laboratoire. En outre, une migration vers de nouvelles technologies ou plateformes peut entraîner des interruptions de service, des pertes de données et des difficultés d'adaptation pour les utilisateurs.

Exemple d'atténuation : Pour atténuer les risques liés à l'évolution du système d'information, le laboratoire pourrait mettre en œuvre une stratégie de gestion du cycle de vie du système qui inclut la planification régulière de mises à jour, l'évaluation des nouvelles technologies et l'anticipation des besoins futurs. De plus, la mise en place de processus de test et de validation rigoureux avant le déploiement de nouvelles fonctionnalités peut aider à garantir la stabilité et la fiabilité du système. En outre, la

formation et la sensibilisation des utilisateurs aux changements prévus peuvent faciliter l'adoption et la transition vers les nouvelles fonctionnalités du système.

3.3 La conclusion : Vers une infrastructure numérique robuste et agile

En somme, le laboratoire DISP est à un tournant crucial de son évolution, avec le projet d'harmonisation du système d'information (HIS) au cœur de ses préoccupations. En se penchant sur les besoins et les contraintes identifiés, avec la direction, j'ai tracé les contours d'une transformation numérique nécessaire pour soutenir efficacement nos activités de recherche et atteindre nos objectifs stratégiques.

La transition vers un environnement numérique plus sophistiqué ne sera pas exempte de défis. Cependant, en abordant ces défis avec méthode et en collaborant étroitement avec toutes les parties prenantes concernées, je suis convaincu de pouvoir réaliser une vision d'une infrastructure numérique robuste et agile.

Les questions soulevées en conclusion illustrent les défis spécifiques qui m'attendent. Comment définir des stratégies d'évolution ? Comment puis-je garantir la stabilité et la sécurité de l'infrastructure tout en cloisonnant efficacement les dépendances des services numériques ? Comment puis-je assurer un accès sécurisé et fluide à nos services en partageant les ports 80 et 443 ? Enfin, comment puis-je uniformiser la gestion de nos services numériques pour maximiser notre efficacité opérationnelle ?

Ces questions me guideront dans les prochaines phases de mon projet d'harmonisation du système d'information.

4 L'état de l'art

Pour répondre aux différentes questions posées dans la conclusion de mon analyse ci-dessus, l'état de l'art me donne les réponses suivantes : urbaniser le système d'information, la virtualisation, le reverse proxy, des bonnes pratiques de sécurité sur le serveur ainsi que pour virtualiser. Regardons ce que nous dit la littérature sur ces sujets.

4.1 L'urbanisation du système d'information

Pour urbaniser le système d'information, il existe de nombreux outils, parmi lesquels je peux citer le framework Zachmann [3], celui d'Aris [4] ou TOGAF [5] et le langage de modélisation ArchiMate. Chaque outil possède ses forces et ses faiblesses. J'ai découvert ArchiMate lors de la formation au CNAM² PACA³ avec M. Pesce sur l'urbanisation du système d'information. Ainsi, je présenterai succinctement ce dernier outil.

ArchiMate est un langage de modélisation d'architecture d'entreprise ouvert et indépendant, développé par The Open Group. Il fournit des outils permettant aux architectes d'entreprise de décrire, analyser et visualiser les relations entre les domaines métier de manière non ambiguë. ArchiMate facilite la compréhension et la communication des architectures complexes, permettant ainsi une meilleure prise de décision.

4.1.1 Les concepts clés

ArchiMate définit un langage commun pour décrire la construction et le fonctionnement des processus métier, des structures organisationnelles, des flux d'informations, des systèmes informatiques et de l'infrastructure technique. Par exemple, un processus métier peut être modélisé en montrant comment il interagit avec différentes applications et infrastructures.

Il aide les parties prenantes à concevoir, évaluer et communiquer les conséquences des décisions et des changements au sein et entre ces domaines métier. Par exemple,

² CNAM : Centre National des Arts et Métiers

³ PACA : Provence Alpes Côte d'Azur

un changement dans le processus métier peut être tracé jusqu'à ses impacts sur les systèmes informatiques et l'infrastructure technique.

4.1.2 La structure du langage

Le langage ArchiMate est structuré en couches interdépendantes :

- Couche métier : décrit les services métier fournis aux clients, réalisés par des processus métier exécutés par des acteurs. Par exemple, un service de support client peut être décomposé en différents processus gérés par les équipes de support.
- Couche applicative : modélise les applications logicielles qui supportent les processus métier. Par exemple, une application CRM (Customer Relationship Management) utilisée pour gérer les relations clients.
- Couche technologique : représente les infrastructures logicielles et matérielles sur lesquelles les applications sont déployées. Par exemple, les serveurs et réseaux nécessaires pour héberger une application web.

ArchiMate définit également des points de vue prédéfinis (stratégique, opérationnel, etc.) pour filtrer les informations architecturales selon les préoccupations des parties prenantes. Par exemple, le point de vue stratégique peut montrer les objectifs et capacités de l'entreprise, tandis que le point de vue opérationnel se concentre sur les processus et activités quotidiens.

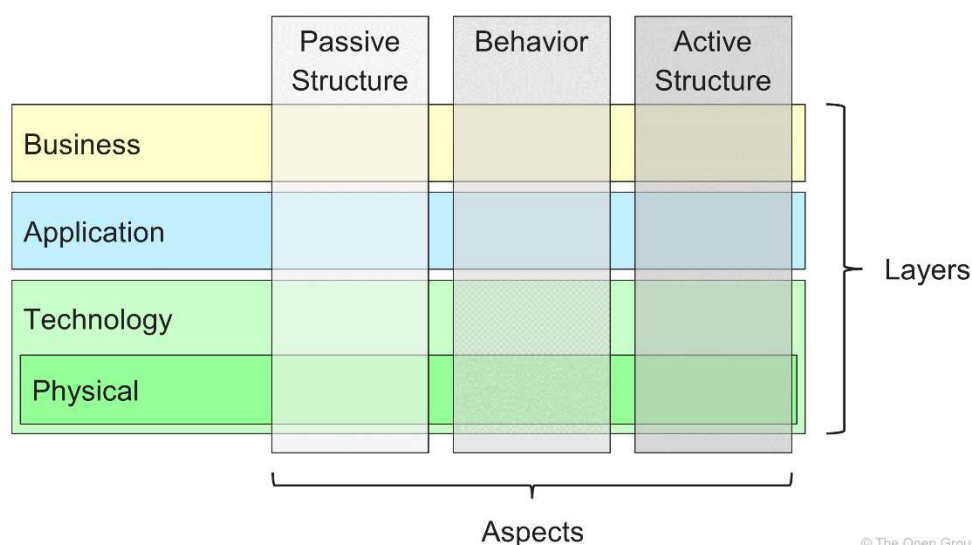


Figure 10 : Présentation du cadre de base d'ArchiMate (<https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/images/fig-ArchiMate-Core-Framework.png>)

4.1.3 La notation graphique

Bien que la notation des concepts ArchiMate puisse être adaptée aux parties prenantes, le standard fournit une notation graphique commune pour développer des modèles ArchiMate compréhensibles par tous. Par exemple, des symboles spécifiques sont utilisés pour représenter des processus métier, des applications et des infrastructures techniques, assurant une compréhension uniforme.

4.1.4 L'utilisation et les ressources

ArchiMate est largement utilisé par les architectes d'entreprise pour modéliser, analyser et communiquer les architectures de manière cohérente et normalisée. Par exemple, une entreprise peut utiliser ArchiMate pour planifier la migration d'une application vers le cloud, en visualisant les impacts sur les processus métier et les infrastructures techniques.

La dernière version est ArchiMate 3.2, publiée en 2022.

Un format d'échange de fichiers ArchiMate standard a été publié pour l'échange de modèles entre différents outils, améliorant ainsi l'interopérabilité et la collaboration.

4.1.5 La communauté et son implication

The Open Group encourage les organisations membres à rejoindre l'ArchiMate Forum pour contribuer activement à l'utilisation, la diffusion et le développement futur de la spécification ArchiMate. Le forum est ouvert à toutes les organisations membres appliquant l'architecture d'entreprise dans la pratique ou soutenant son utilisation et son développement. Les membres peuvent participer à des groupes de travail, accéder à des ressources exclusives et échanger des idées avec d'autres experts du domaine.

4.2 La virtualisation

La virtualisation est une technologie clé qui a transformé l'informatique en partageant efficacement les ressources d'une seule machine physique. Il existe deux principales formes de virtualisation : les machines virtuelles et les conteneurs. Chacune a ses propres avantages, inconvénients et cas d'utilisation. Cet état de l'art explore ces deux

formes de virtualisation, leur fonctionnement, leurs avantages, et les technologies associées.

4.2.1 La machine virtuelle

4.2.1.1 Le fonctionnement

Les machines virtuelles (VMs) virtualisent le matériel complet et exécutent un système d'exploitation invité complet sur une couche de virtualisation appelée hyperviseur. Les hyperviseurs peuvent être de deux types :

Hyperviseur de Type 1 (Bare Metal) : S'installe directement sur le matériel physique et gère plusieurs VMs. Exemples : VMware ESXi, Microsoft Hyper-V, KVM (Kernel-based Virtual Machine).

Hyperviseur de Type 2 (Hosted) : Fonctionne au-dessus d'un système d'exploitation hôte. Exemples : VMware Workstation, Oracle VirtualBox.

Chaque VM est complètement isolée des autres VMs sur la même machine physique, offrant un environnement d'exécution complet avec son propre système d'exploitation, bibliothèques, configuration et applications.

4.2.1.2 Les avantages

Isolation et Sécurité : Forte isolation grâce à la virtualisation matérielle et à l'hyperviseur.

Portabilité : Possibilité de déplacer des environnements d'exécution complets entre différentes infrastructures.

Contrôle : Contrôle complet sur les ressources et la configuration système.

4.2.1.3 Les inconvénients

Consommation de Ressources : Les VMs consomment plus de ressources (CPU, mémoire, stockage) en raison de la couche de virtualisation.

Performance : Le démarrage et le provisionnement des VMs sont plus lents que ceux des conteneurs.

Complexité de Gestion : La gestion et la maintenance des VMs et des hyperviseurs peuvent être complexes et nécessitent une administration spécialisée.

4.2.2 Les conteneurs

4.2.2.1 Le fonctionnement

Les conteneurs virtualisent au niveau du système d'exploitation et partagent le noyau hôte. Chaque conteneur dispose de son propre espace de processus et système de fichiers isolé, mais ils partagent les bibliothèques système et le noyau avec l'hôte. Les technologies de conteneurisation incluent :

Docker : La technologie de conteneurisation la plus populaire, permettant de créer, déployer et gérer des conteneurs.

Kubernetes : Système d'orchestration de conteneurs, permettant de gérer les conteneurs à grande échelle.

LXC (Linux Containers) : Une technologie de virtualisation légère permettant d'exécuter plusieurs systèmes Linux isolés sur un seul hôte.

4.2.2.2 Les avantages

Léger : Les conteneurs ont une empreinte système plus légère et démarrent plus rapidement que les VMs.

Performances : Performances proches du système d'exploitation hôte.

Facilité de Gestion : Facilité de création, déploiement, mise à l'échelle et gestion avec des outils comme Docker et Kubernetes.

4.2.2.3 Les inconvénients

Isolation Moindre : Isolation moindre que les VMs, car les conteneurs partagent le noyau hôte.

Dépendance : Dépendance au système d'exploitation et aux bibliothèques hôtes.

Sécurité : Sécurité potentiellement réduite avec une surface d'attaque partagée.

4.2.3 La comparaison entre machines virtuelles et conteneurs

Tableau 1 : Comparaison entre machines virtuelles et conteneurs

Critère	Machines Virtuelles	Conteneurs
Isolation	Forte isolation grâce à l'hyperviseur	Isolation plus faible, partage du noyau
Utilisation des Ressources	Plus gourmand en ressources	Moins gourmand en ressources
Démarrage	Plus lent (quelques minutes)	Très rapide (quelques secondes)
Portabilité	Moins portable	Très portable
Sécurité	Plus sécurisé (isolement complet)	Risques de sécurité liés au partage du noyau
Complexité de Gestion	Nécessite une gestion et une administration spécialisée	Plus simple à gérer avec des outils comme Docker et Kubernetes

4.2.4 La virtualisation : conclusion

La virtualisation, qu'elle soit sous forme de machines virtuelles ou de conteneurs, a fondamentalement changé la manière dont les systèmes d'information sont conçus, déployés et gérés. Les machines virtuelles offrent une isolation forte et une compatibilité élevée, tandis que les conteneurs apportent une légèreté, une rapidité et une portabilité accrues. Le choix entre VMs et conteneurs dépend des exigences spécifiques en termes de performances, d'isolation, de portabilité et de facilité de gestion.

4.3 Le reverse-proxy

Un reverse proxy est un composant essentiel dans les architectures modernes de serveurs web. Il s'agit d'un serveur intermédiaire qui se place devant un ou plusieurs serveurs web, agissant comme un point d'entrée unique pour les requêtes des clients. Cette configuration offre plusieurs avantages significatifs, notamment en matière de sécurité, d'équilibrage de charge, de mise en cache et de gestion simplifiée des applications conteneurisées. Cet état de l'art vise à explorer les diverses fonctionnalités et avantages des reverse proxys, ainsi que leur intégration avec des technologies modernes telles que Docker.

4.3.1 La sécurité renforcée

Les reverse proxys jouent un rôle crucial dans la sécurisation des serveurs web en masquant l'adresse IP et les autres caractéristiques des serveurs d'origine. Cet obscurcissement empêche les attaquants de cibler directement les serveurs backend, offrant ainsi une couche de protection essentielle contre les attaques directes.

Un autre avantage majeur est la capacité des reverse proxys à filtrer les requêtes suspectes avant qu'elles n'atteignent les serveurs backend. En analysant et bloquant les requêtes malveillantes, les reverse proxys agissent comme une première ligne de défense contre les menaces potentielles, améliorant ainsi la sécurité globale du système.

Les reverse proxys permettent également l'implémentation de fonctions de sécurité supplémentaires, telles que l'authentification et l'autorisation, avant que les requêtes ne soient transmises aux serveurs backend. Cette fonctionnalité renforce davantage la sécurité en ajoutant des couches supplémentaires de contrôle d'accès.

4.3.2 L'équilibrage de charge

L'un des avantages les plus notables des reverse proxys est leur capacité à équilibrer la charge des requêtes entrantes entre plusieurs serveurs web. Cette répartition évite la surcharge d'un seul serveur, ce qui peut mener à des dégradations de performance ou à des pannes.

En dirigeant le trafic vers les serveurs les moins chargés, les reverse proxys améliorent les performances globales et la disponibilité des services web. Cela permet de maintenir une expérience utilisateur fluide même en cas de forte demande.

4.3.3 La mise en cache

Les reverse proxys peuvent stocker les réponses fréquemment demandées dans un cache, réduisant ainsi la charge sur les serveurs d'origine. Cette mise en cache est particulièrement bénéfique pour les contenus statiques ou rarement mis à jour, permettant de répondre plus rapidement aux requêtes client.

En servant le contenu mis en cache directement aux clients, les reverse proxies accélèrent considérablement les temps de réponse. Cette fonctionnalité est cruciale pour améliorer l'expérience utilisateur, surtout pour les sites à fort trafic.

4.3.4 Les autres avantages

Les reverse proxies permettent de centraliser la journalisation et le monitoring du trafic, facilitant ainsi la gestion et l'analyse des données. Cette centralisation simplifie la détection des anomalies et la surveillance des performances.

En compressant et optimisant le contenu avant de l'envoyer aux clients, les reverse proxies contribuent à améliorer les temps de chargement des pages web, offrant ainsi une meilleure expérience utilisateur.

Les reverse proxies peuvent également terminer les connexions SSL/TLS, allégeant la charge de chiffrement sur les serveurs d'origine. Cette fonctionnalité est essentielle pour améliorer l'efficacité des serveurs backend tout en maintenant un haut niveau de sécurité.

4.3.5 L'automatisation avec Docker

Lorsqu'on utilise des conteneurs Docker pour héberger des services web, l'adressage direct des conteneurs peut être complexe en raison des IPs et ports aléatoires attribués à chaque conteneur. De plus, lier les conteneurs aux ports hôtes peut empêcher l'exécution de plusieurs instances sur le même hôte.

Nginx [6] est un choix populaire pour servir de reverse proxy devant des conteneurs Docker. L'outil docker-gen, proposé par Jason Wilder [7], facilite cette intégration en générant automatiquement la configuration Nginx basée sur les métadonnées des conteneurs en cours d'exécution. De plus, la communauté a développé le concept jusqu'à la création des certificats TLS 1.3 [8].

J'ai créé la vue suivante pour montrer les éléments composant le reverse proxy :

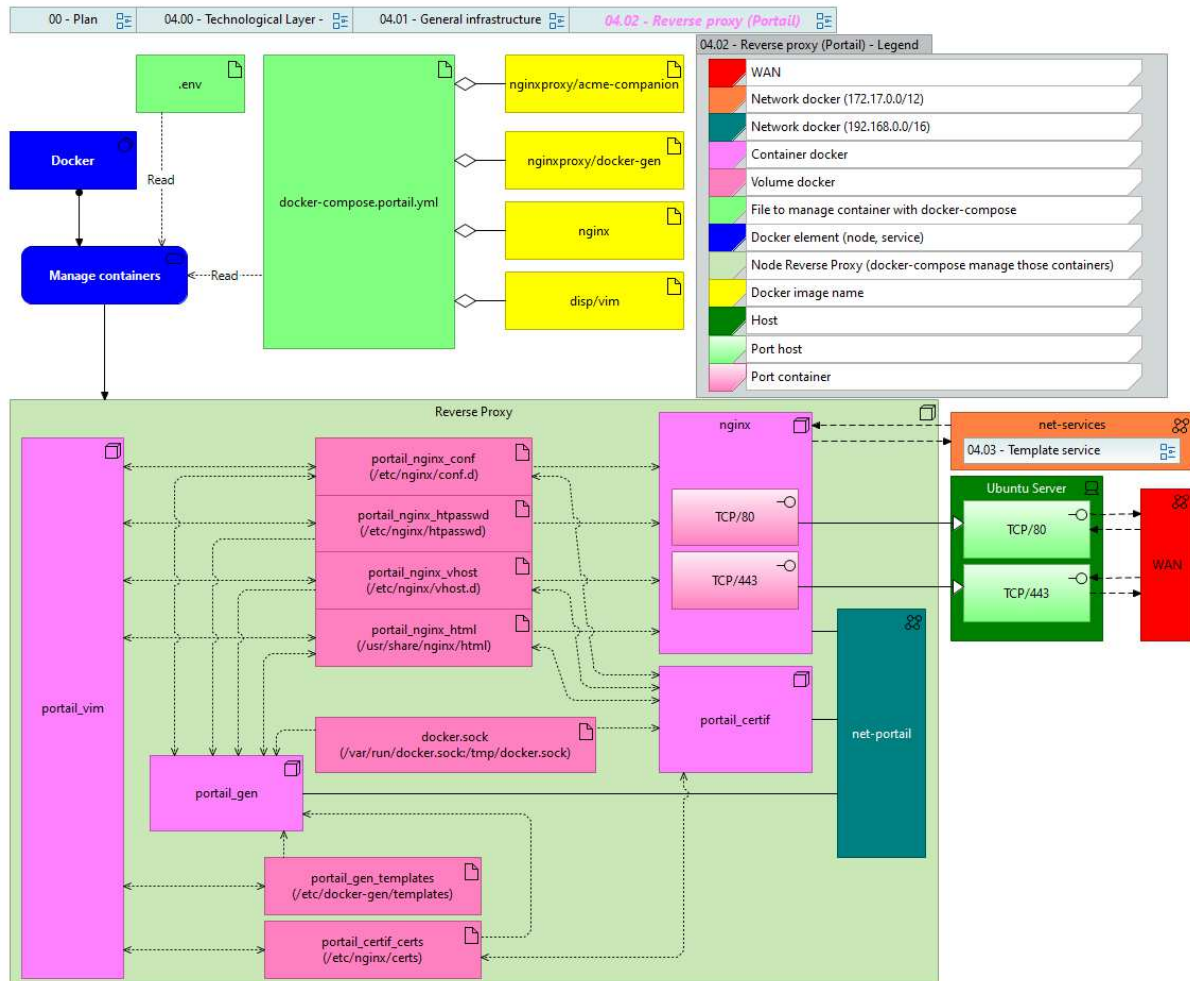


Figure 11 : Présentation des fichiers, des images Docker, des réseaux et des conteneurs composant le reverse proxy

Le conteneur `portail_gen` contient l'application `docker-gen`. Il surveille l'API Docker pour détecter les changements dans les conteneurs. Son but est de modifier le fichier de configuration de `nginx` suivant l'activité des conteneurs grâce aux variables d'environnement `VIRTUAL_HOST`, `VIRTUAL_PORT` principalement.

Le conteneur `portail_certif` s'occupe de la génération du certificat TLS 1.3 auprès de Let's Encrypt [9] pour les domaines listés dans la variable d'environnement `LETSencrypt_HOST` grâce à l'application `acme companion` [10].

Ainsi, `Nginx` peut agir comme un point d'entrée unique, acheminant automatiquement le trafic vers les bons conteneurs sans nécessiter de configuration manuelle des mappings de ports et d'hôtes virtuels.

4.3.6 La conclusion

Les reverse proxies sont des composants indispensables pour toute infrastructure web moderne, offrant des avantages considérables en termes de sécurité, de performances, et de gestion simplifiée. Leur capacité à masquer les adresses IP, à filtrer les requêtes malveillantes, à équilibrer la charge, et à mettre en cache les réponses en fait un choix incontournable pour les sites à fort trafic et les applications critiques. L'intégration avec Docker et l'utilisation d'outils comme docker-gen, acme companion et Nginx démontre encore plus leur flexibilité et leur capacité à s'adapter aux environnements de développement et de déploiement modernes.

4.4 Les bonnes pratiques de sécurisation d'un serveur

La sécurisation d'un serveur est cruciale pour protéger les données et garantir la fiabilité des services. La sécurité est un processus continu, et il est essentiel de rester informé des nouvelles menaces et des meilleures pratiques. Bien que les recommandations spécifiques puissent évoluer, certains principes généraux restent constants :

- Maintenir à jour le système d'exploitation et les logiciels installés : Les mises à jour régulières corrigent les vulnérabilités connues et améliorent la sécurité globale.
- Contrôler les accès au serveur : Limiter les accès réduit les risques d'intrusion.
- Limiter les moyens d'entrées : Réduire les points d'entrée minimise la surface d'attaque.
- Lister et surveiller les actions réalisées : Une surveillance continue permet de détecter et de réagir rapidement aux activités suspectes.

L'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) [11] publie régulièrement des recommandations pour l'administration sécurisée des systèmes d'information. Ces documents fournissent des directives détaillées et des évaluations de sécurité pour divers logiciels, offrant ainsi une ressource précieuse pour renforcer la sécurité des serveurs.

Les bonnes pratiques à retenir sont les suivantes [12][13][14] :

1. Mises à jour régulières :

- Action : Mettre à jour le système d'exploitation et les logiciels installés dès que des correctifs de sécurité sont disponibles.
- Justification : Les mises à jour corrigent les vulnérabilités et empêchent les attaques exploitant des failles connues.

2. Éviter l'utilisation du compte root :

- Action : Créer un utilisateur avec des droits administratifs pour les opérations nécessaires, et désactiver l'accès direct au compte root.
- Justification : Réduire les Risques associés à l'utilisation d'un compte avec des privilèges élevés.

3. Sécuriser la connexion SSH :

- Action : Utiliser des clés SSH pour l'authentification, limiter les tentatives de connexion, et définir un utilisateur précis autorisé.
- Les commandes sont :

```
nano /etc/ssh/sshd_config
# Modifier/ajouter les lignes suivantes :
PermitRootLogin no
PasswordAuthentication no
AllowUsers utilisateur_ssh
MaxAuthTries 3
```

- Justification : La sécurisation de SSH empêche les accès non autorisés et réduit les risques de force brute.

4. Configurer le pare-feu :

- Action : Utiliser UFW pour bloquer toutes les connexions entrantes par défaut et n'ouvrir que les ports nécessaires.
- Les commandes sont :

```
ufw default deny incoming
ufw default allow outgoing
ufw allow ssh
ufw allow http
ufw allow https
ufw enable
```

- Justification : Réduire la surface d'attaque en limitant les points d'entrée.

5. Tracer les tentatives de connexion :

- Action : Utiliser des outils comme Fail2Ban pour surveiller et bannir les IP après plusieurs tentatives échouées.
- Les commandes sont :

```
apt-get install fail2ban
cp /etc/fail2ban/jail.conf /etc/fail2ban/jail.local
vi /etc/fail2ban/jail.local
# Configurer les paramètres de la section [sshd] :
[sshd]
enabled = true
port = 22 # Il est préférable dans sélectionner un autre
filter = sshd
logpath = /var/log/auth.log
maxretry = 3
service fail2ban restart
```

- Justification : Empêcher les attaques par force brute et surveiller les tentatives de connexion.

6. Activer les journaux :

- Action : Configurer la journalisation pour suivre les activités sur le serveur.
- Commandes :

```
apt-get install rsyslog && systemctl enable rsyslog && systemctl start rsyslog
```

- Justification : La journalisation aide à détecter les comportements anormaux et à enquêter sur les incidents de sécurité.

7. Sauvegarder et archiver les données :

- Action : Mettre en place des stratégies de sauvegarde régulières et sécurisées.
- Justification : Prévenir la perte de données en cas de défaillance matérielle ou d'attaque.

En suivant ces bonnes pratiques, je peux améliorer considérablement la sécurité du serveur Ubuntu⁴. Ces mesures aident à se prémunir contre les attaques courantes tout en maintenant une administration efficace et sécurisée du serveur. [OBJ]

⁴ © 2024 Canonical Ltd. Ubuntu and Canonical are registered trademarks of Canonical Ltd. (<https://ubuntu.com/server>)

5 La proposition de la nouvelle organisation des services numériques

Dans le but d'améliorer l'efficacité, la sécurité et l'évolutivité des services numériques du laboratoire, j'ai retenu l'utilisation d'un serveur dédié chez un hébergeur. Les raisons principales incluent le refus de la comptabilité d'utiliser des portefeuilles numériques pour le cloud, la nécessité de prévoir l'évolution des services déployés, et le besoin de maintenir l'indépendance de la marque du laboratoire par rapport aux chartes graphiques des tutelles. Pour éviter les conflits générés par les dépendances des différents services, la virtualisation est essentielle. Après une analyse approfondie des solutions de virtualisation disponibles, Docker a été choisi comme une capacité stratégique. Ce chapitre détaille cette décision, les processus de déploiement, de mise à jour et de transfert des services numériques, l'organisation générale des services numériques, le patron pour gérer un service numérique, les défis rencontrés ainsi que les solutions apportées au fil du projet, et la modélisation de l'architecture avec ArchiMate.

5.1 Docker : Une capacité stratégique pour la virtualisation des services numériques

Pour choisir la meilleure solution de virtualisation, plusieurs critères ont été évalués : technologies de virtualisation, conteneurisation d'applications, licence, compatibilité de la plateforme, et mon niveau de connaissance du produit grâce à une autoformation dessus. Docker s'est distingué par sa forte communauté, la disponibilité de formations, et la flexibilité offerte par son reverse proxy intégré. De plus, a fourni un tableau comparatif des principales caractéristiques, confirmant notre choix.

En tant que capacité stratégique, Docker permet au laboratoire de :

- Déployer des applications conteneurisées de manière standardisée.
- Gérer efficacement les dépendances et les mises à jour.
- Améliorer la scalabilité et l'isolation des services.
- Exploiter une infrastructure flexible et modulaire.

Tableau 2 : Comparaison des logiciels de conteneurisation

Caractéristiques	Docker	rkt	LXC	LXD	Linux-VServer	OpenVZ	runC
Technologies de virtualisation	OS-Level	OS-Level, Hyperviseur	OS-Level	OS-Level	OS-Level	OS-Level, Hyperviseur	OS-Level
Full System Container	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
App Container	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui
Licence	Apache 2.0	Apache 2.0	GNU LGPLv2.1+	Apache 2.0	GNU GPL v.2	GNU GPL v.2	Apache 2.0
Format de conteneur	Docker-Container	appc, Docker-Container	Linux Container (LXC)	Linux Container (LXC)	Security Context	Virtuozzo Containers	OCI Bundle
Plateforme supportée	Linux, Windows, MacOS, Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS)	Linux, Windows, MacOS	Linux	Linux	Linux	Linux (uniquement Virtuozzo Linux, RHEL7)	Linux
Dernière version	avr-17	févr-17	janv-17	mars-17	avr-07	juil-16	mars-17
Patch du noyau Linux requis	Non	Non	Non	Non	Oui	Distribution indépendante	Non

Langage de programmation	Go	Go	C, Python 3, Shell, Lua	Go	C	C	Go
Niveau de connaissance	++	-	-	-	-	-	-

5.2 La documentation des services numériques

Documentation générale : La documentation de l'ensemble des services numériques est centralisée et organisée de manière à assurer une cohérence et une facilité de gestion. Cette documentation inclut :

- **Description de l'architecture :** Modélisation détaillée avec ArchiMate.

Documentation de chaque service : Chaque service numérique déployé possède sa propre documentation spécifique, maintenue dans le fichier README.md du projet correspondant dans GitLab⁵. Cette documentation inclut :

- **Source de l'image du service :** Par exemple, <https://github.com/docker-library/drupal>.
- **Commandes de mise à jour :** Instructions détaillées pour mettre à jour le service numérique.
- **Informations pertinentes :** Toutes les informations supplémentaires nécessaires pour la compréhension du service, qui ne sont pas présentes dans le dépôt d'origine ou principal.

5.3 Processus de déploiement et de mise à jour des services numériques

Pour assurer une approche méthodique et rigoureuse dans le déploiement et la mise à jour des services numériques, j'ai défini des processus classiques et bien établis.

⁵ GitLab est une solution complète pour le développement, la livraison et la maintenance de logiciels (NextCloud est un service de communication audio/vidéo et de tchat).

5.3.1 Le processus de déploiement d'un nouveau service numérique

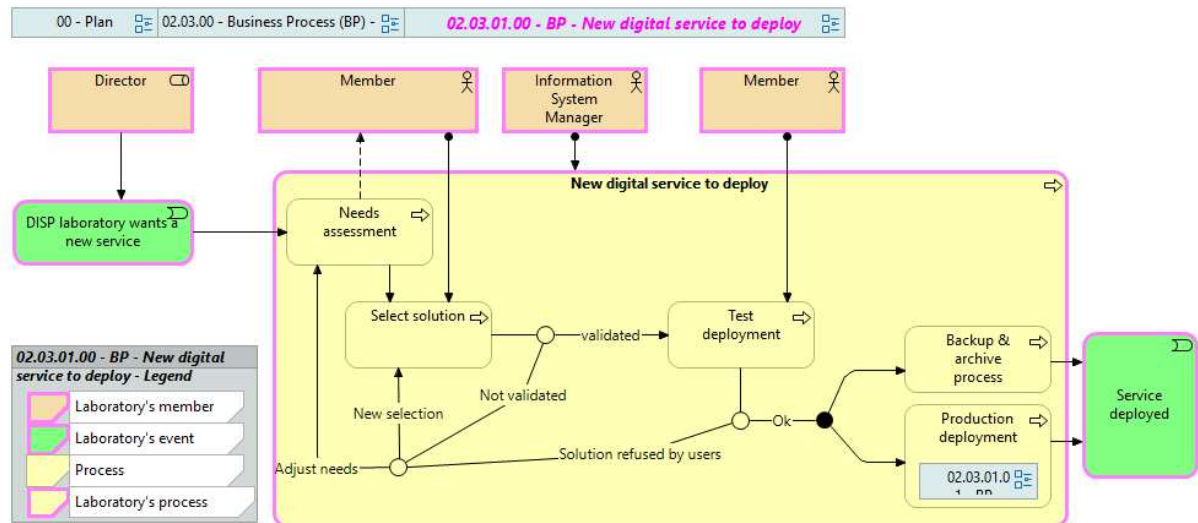


Figure 12 : Processus de déploiement d'un nouveau service numérique

Cette vue montre que le processus de déploiement commence par une demande de la direction pour un nouveau service numérique. Voici les étapes détaillées du processus :

1. **Déclenchement par la direction** : La direction exprime le besoin d'un nouveau service numérique.
2. **Recueil des besoins** : Une phase de collecte et d'analyse des besoins est initiée pour bien comprendre les spécifications et les exigences du nouveau service.
3. **Sélection de la solution** : Sur la base des besoins recueillis, une ou plusieurs solutions potentielles sont identifiées et évaluées.
4. **Validation de la solution** : Si la solution sélectionnée est validée, le processus passe à l'étape suivante ; sinon, les besoins sont réévalués ou une nouvelle solution est recherchée.
5. **Tests de déploiement** : Une fois la solution validée, des tests de déploiement sont effectués pour vérifier la faisabilité technique.
6. **Phase de tests (déploiement et fonctionnels)** : Après les tests de déploiement, des tests fonctionnels sont réalisés pour s'assurer que le service répond aux attentes.
7. **Revoir la solution ou les besoins** : Si les tests échouent, la solution ou les besoins peuvent être révisés.

8. **Passer en production** : Si les tests réussissent, le service est déployé en production.
9. **Mise en production** : Le service est officiellement mis en place et opérationnel.
10. **Mise en place des sauvegardes et archives** : Des procédures de sauvegarde et d'archivage sont instaurées pour assurer la pérennité et la sécurité des données associées au nouveau service.

5.3.2 Le processus de mise à jour d'un service numérique

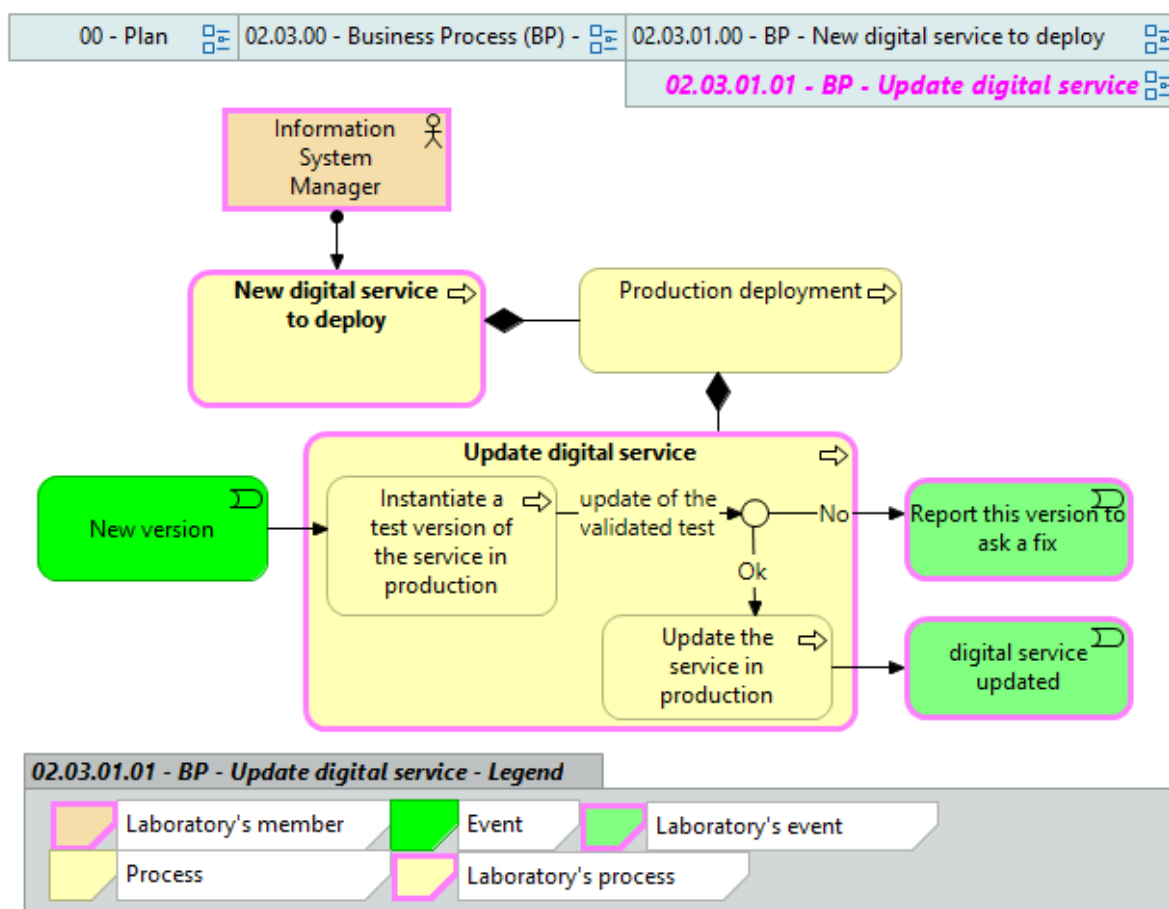


Figure 13 : Processus de mise à jour d'un service numérique

Cette vue montre que le processus de mise à jour commence par l'identification d'une nouvelle version d'un service numérique. Voici les étapes détaillées du processus :

1. **Identification de la nouvelle version** : Les mises à jour disponibles sont identifiées par l'équipe technique.

2. **Créer une version de test du service numérique en production** : Une copie du service actuelle est déployée sur une nouvelle adresse avec les données actuelles.
3. **Phase de tests (déploiement et fonctionnels)** : La mise à jour est réalisée sur le service généré avec un contrôle sur le résultat du service.
 - a. **Reporter l'erreur à la communauté** : Si les tests échouent, il faut consulter la communauté.
 - b. **Passer en Production** : Si les tests réussissent, la mise à jour est déployée en production.
4. **Mise en production de la mise à jour** : Réaliser une sauvegarde du service puis la mise à jour est officiellement appliquée au service en production. Un contrôle du résultat obtenu est opéré sinon je reviens dans l'état précédent.

5.3.3 Le processus de transfert de serveur pour augmenter la sécurité

Pour augmenter la sécurité et éviter les pannes matérielles, j'ai décidé de changer de serveur chez notre hébergeur.

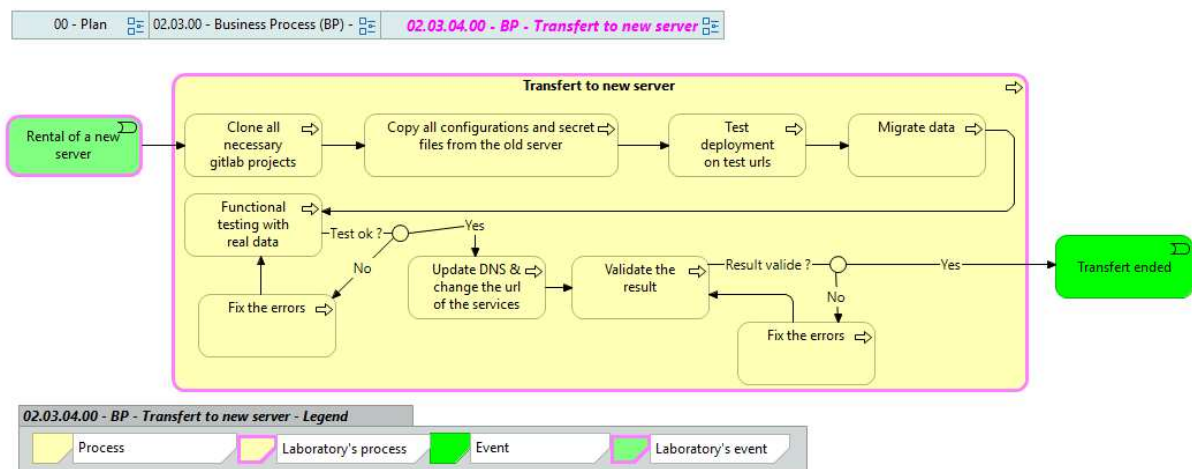


Figure 14 : Processus de transfert de serveur

Voici le processus détaillé pour le transfert des services numériques vers un nouveau serveur qui commence une fois la location réalisée :

1. **Installer et configurer le système d'exploitation** : Installer le plus récent Ubuntu LTS puis le configurer ce qui comprend aussi l'installation des logiciels nécessaires.

2. **Appliquer les bonnes pratiques en matière de sécurité** : Recenser les dernières évolutions du secteur pour les appliquer, dont la liste non exhaustive est : sécurisé le SSH, activer le firewall pour autoriser seulement les protocoles nécessaires, configurer fail2ban ...
3. **Clonage du projet GitLab** : Le projet GitLab est cloné sur le nouveau serveur pour reproduire l'environnement de développement et de déploiement.
4. **Copie des fichiers de configurations et secrets du serveur actuel**
5. **Tests de déploiement** : Des tests de déploiement sont effectués sur le nouveau serveur pour vérifier que tous les services peuvent être déployés correctement.
6. **Migration des données** : Les données sont migrées de l'ancien serveur vers le nouveau.
7. **Tests fonctionnels** : Des tests fonctionnels sont réalisés pour s'assurer que les services fonctionnent correctement sur le nouveau serveur.
8. **Mise à jour DNS⁶ et des adresses des services numériques** : Les enregistrements DNS sont mis à jour pour pointer vers le nouveau serveur.
9. **Validation de la migration** : La migration est validée après des vérifications finales pour s'assurer que tout fonctionne correctement sur le nouveau serveur.

5.4 L'organisation générale des services numériques

L'infrastructure des services numériques repose sur l'utilisation de Docker et Docker Compose. Voici les éléments clés de cette organisation :

- **Reverse Proxy Nginx** : Un reverse proxy Nginx est utilisé pour gérer les requêtes HTTP/S et les rediriger vers les services appropriés.
- **Annuaire LDAP** : Un annuaire LDAP centralisé est utilisé pour la gestion des utilisateurs et l'authentification.
- **Réseaux logiques dédiés** : Des réseaux logiques dédiés sont configurés pour isoler les services les uns des autres et améliorer la sécurité.

⁶ DNS : Domain Name Server

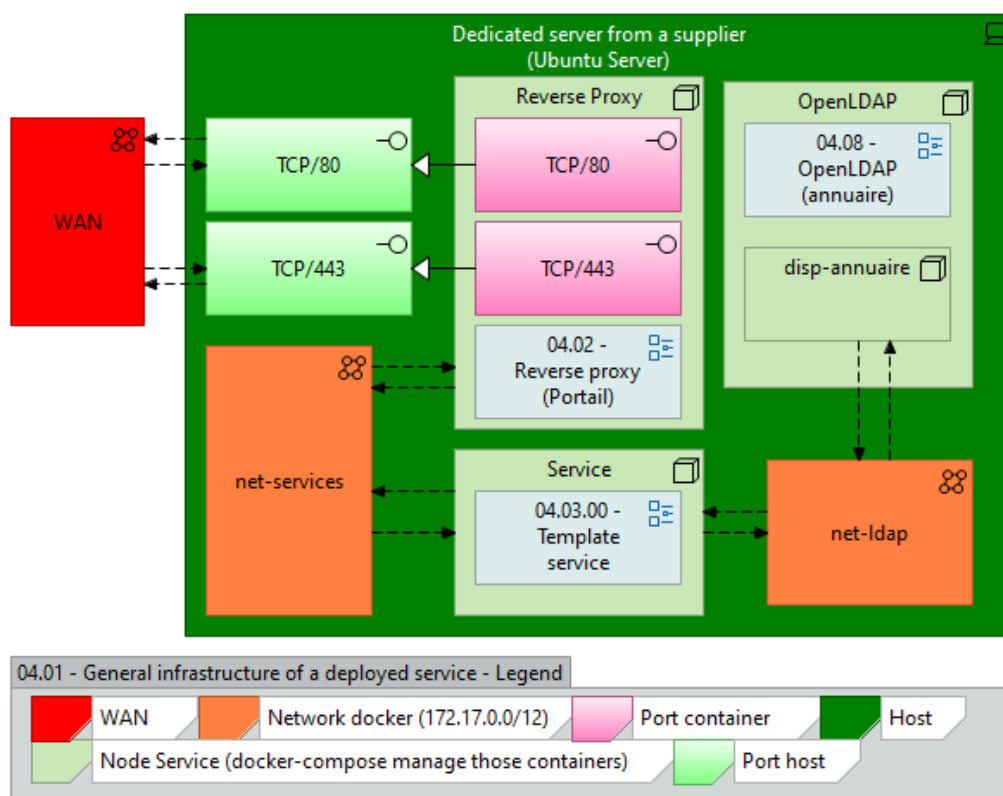


Figure 15 : Présentation général d'un service numérique déployé sur notre infrastructure

5.5 Le template pour la gestion des services numériques

Pour standardiser et faciliter la gestion des services numériques, un template Docker Compose a été développé. Ce template comprend :

- **Fichiers Docker Compose** : Configuration des services, des réseaux, et des volumes ainsi que tous les éléments nécessaires pour créer les images manquantes.
- **Dépôts Git** : Chaque service a son propre dépôt Git dans GitLab, avec un fichier README.md pour la documentation spécifique.
- **Fichier README.md** : Chaque service numérique a un fichier README.md dans son dépôt GitLab, qui contient :
 - **Source de l'Image du Service** : Par exemple, <https://github.com/docker-library/drupal>.
 - **Commandes pour Mettre à Jour le Service Numérique** : Instructions détaillées pour mettre à jour le service.

- **Informations Pertinentes** : Toutes les informations supplémentaires nécessaires à la compréhension du service, absentes du dépôt principal.

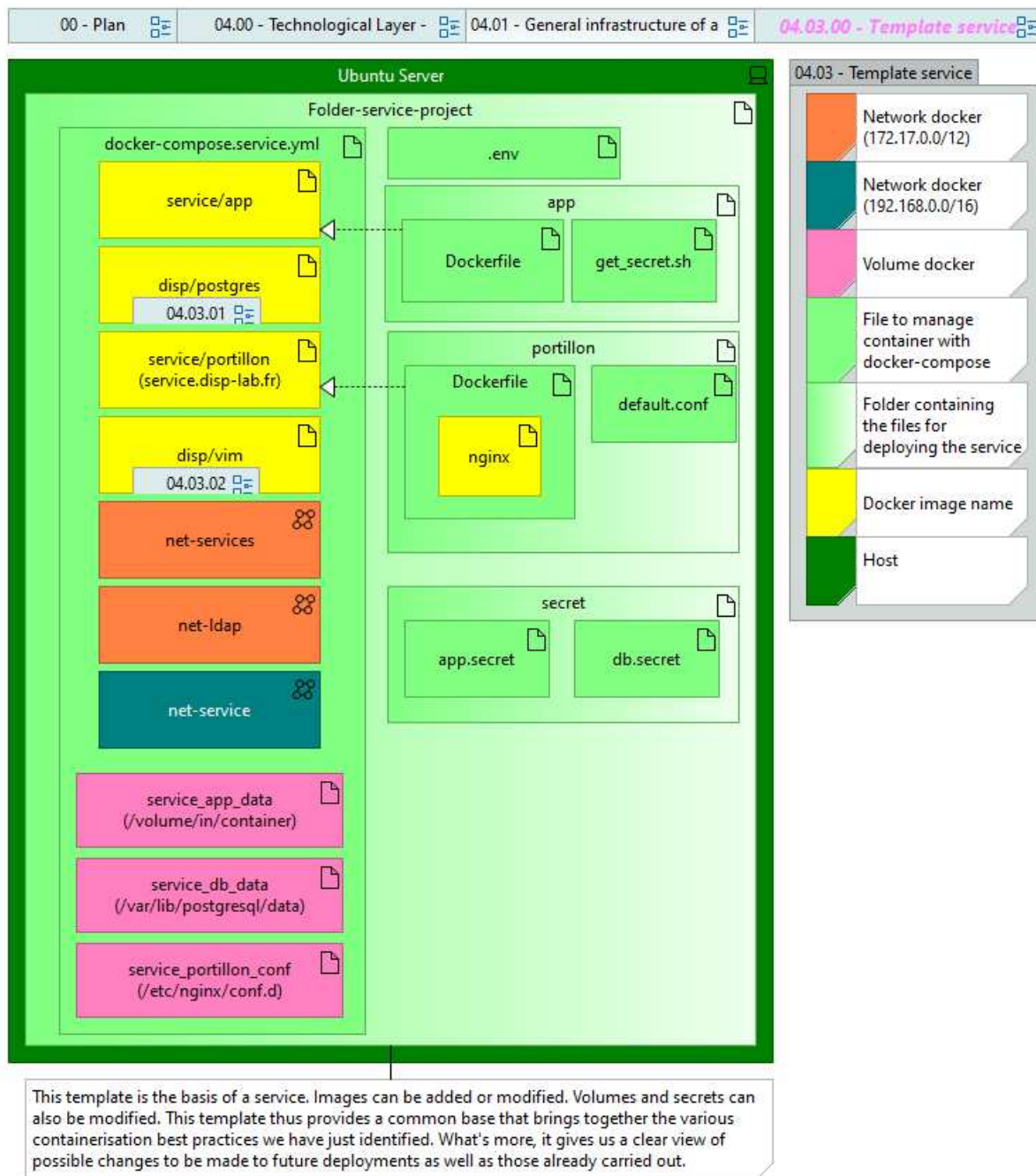


Figure 16 : Présentation des éléments techniques du template pour déployer un service numérique

5.6 Les défis et les solutions

Au cours de la mise en place de cette nouvelle organisation, j'ai rencontré plusieurs défis qui ont nécessité une évolution de mon approche de développeur à celle d'ingénieur. Voici un résumé des principales difficultés et des solutions mises en œuvre :

1. Gestion des secrets de Docker

- a. **Problème** : inclusion des secrets dans les images Docker transmise au registre
- b. **Solution** : utilisation de Docker Compose pour gérer les secrets de manière sécurisée pendant la création des images ainsi que la création d'un script bash pour les récupérer et les instancier dans des variables d'environnement pour garder le fonctionnement des images utilisées, tels que PostgreSQL⁷, Drupal⁸ ...

2. Gestion des secrets sur le serveur

- a. **Problème** : les secrets sont dans des fichiers des dépôts git
- b. **Solution** : Ajout d'une règle d'exclusion des fichiers dont l'extension est "secret" dans ".gitignore".

3. Évolution du template du Reverse Proxy

- a. **Problème** : Pour augmenter le cloisonnement entre les applications constituant le reverse proxy automatisé et les services numériques déployés, il a été nécessaire d'ajouter un réseau pour privatiser les échanges entre les parties du reverse proxy automatisé, ce qui n'était pas prévu initialement.
- b. **Solution** : J'ai modifié le template du reverse proxy pour inclure ce nouveau réseau. Cela a impliqué l'ajout d'une variable d'environnement NET_SERVICES dans le template, permettant de spécifier sur quel réseau il faut regarder pour récupérer la bonne adresse IP du service numérique. Cette modification assure une isolation renforcée et une meilleure sécurité des communications internes.

4. Standardisation et automatisation

- a. **Problème** : Tâches répétitives et sujettes à des erreurs.
- b. **Solution** : Création de scripts Bash et Makefiles pour automatiser et standardiser les processus.

5. Traçabilité et sécurité

- a. **Problème** : Difficulté à assurer la traçabilité des modifications et la sécurité des secrets.

⁷ <https://www.postgresql.org/>

⁸ <https://www.drupal.org/>

- b. **Solution** : Utilisation de dépôts Git organisés et exclusion des secrets des fichiers versionnés. Gérer de manière sécurisée des variables d'environnement avec des fichiers .env et des scripts.

6. Gestion centralisée des utilisateurs

- a. **Problème** : Les services numériques, en version Community Edition, ont des limitations concernant la synchronisation LDAP. En effet, je dois créer manuellement les utilisateurs dans presque tous les services numériques, gérer leurs affectations à certains groupes, et définir des limites en fonction de chaque service et type d'utilisateur.
- b. **Solution** : Développement d'un programme pour automatiser ces tâches. Ce programme crée les utilisateurs dans l'annuaire puis dans les différents services, les affecte aux groupes appropriés, et applique les limites nécessaires. Pour finir, il envoie un courriel leur donnant la procédure pour accéder aux services numériques dont ils ont la liste dans ce courriel. Cela permet de centraliser et de simplifier la gestion des utilisateurs tout en réduisant le risque d'erreurs et en améliorant l'efficacité.

7. Sauvegarde des projets de déploiement

- a. **Problème** : Les projets ont besoin de fichiers non versionnés tels que les fichiers de configuration et les secrets.
- b. **Solution** : Sauvegarde des contextes de déploiement, tous les fichiers nécessaires au déploiement.

5.7 La conclusion

Ma proposition offre une organisation flexible, sécurisée et évolutive pour les services numériques du laboratoire, facilitant leur gestion et leur développement futur. La modélisation en ArchiMate permet une meilleure compréhension et une gestion cohérente de l'architecture. La documentation claire et détaillée pour chaque service, ainsi que les processus de déploiement et de mise à jour, assurent une maintenance efficace et une évolution continue des services numériques.

6 La mise en œuvre pratique

Ce chapitre est consacré à la mise en œuvre pratique du déploiement des services numériques dans notre infrastructure. Après avoir exploré les fondements théoriques et les technologies pertinentes dans l'état de l'art, nous allons maintenant détailler les étapes concrètes de la mise en place, en mettant l'accent sur les choix techniques, les configurations spécifiques et les défis rencontrés.

Je commencerai par décrire le processus de sélection et de configuration du serveur, y compris le choix du matériel, le système d'exploitation et les mesures de sécurité. Ensuite, j'aborderai la mise en place de l'infrastructure globale, intégrant des composants clés tels que le reverse proxy, l'annuaire LDAP et les réseaux Docker.

Pour illustrer ces concepts, nous présenterons deux cas d'études concrets : le site vitrine et le service de discussion instantanée. Ces exemples permettront de comprendre comment les décisions prises au niveau de l'infrastructure se traduisent dans des déploiements réels et opérationnels.

Enfin, je discuterai des principaux défis rencontrés lors de cette mise en œuvre et des solutions apportées pour les surmonter, incluant la gestion des secrets, l'automatisation, la surveillance et la maintenance des services, ainsi que la documentation et la communication.

Ce chapitre vise à offrir une vision détaillée et pratique des efforts déployés pour transformer les concepts théoriques en une infrastructure numérique fonctionnelle et optimisée, démontrant ainsi ma capacité à concevoir et déployer des solutions techniques robustes et sécurisées.

6.1 Le serveur

La première étape de la mise en œuvre de notre infrastructure a été le choix, la location et la configuration du serveur. Cette section couvre les aspects techniques du matériel, du système d'exploitation, et des mesures de sécurité mises en place pour assurer une infrastructure robuste et sécurisée.

6.1.1 L'historique et l'évolution du serveur

Initialement, le serveur loué appartenait à la catégorie Advance d'OVH et offrait les spécifications suivantes :

- CPU : Xeon D-1540 – 8 cœurs / 16 threads – 2 GHz / 2.6 GHz
- Mémoire RAM : 32 Go
- Stockage : 2x2 To HDD en Soft RAID
- Bande passante : 1 Gbps en entrée et en sortie
- Coût : Moins de 1 200 € HT par an

Cette configuration a été sélectionnée pour son équilibre entre performance et coût, permettant de répondre aux besoins initiaux du projet. Cependant, avec l'évolution des exigences et les avancées technologiques, il est devenu pertinent de mettre à jour notre infrastructure.

Aujourd'hui, le serveur a été mis à niveau pour offrir des performances accrues tout en maintenant un coût similaire. La configuration actuelle est la suivante :

- CPU : Intel Xeon-E 2386G - 6 cœurs / 12 threads - 3.5 GHz / 4.7 GHz
- Mémoire RAM : 64 Go ECC 3200 MHz
- Stockage : 2x6 To HDD en Soft RAID

Cette mise à jour offre un processeur plus puissant, plus de mémoire RAM, et une capacité de stockage doublée, ce qui améliore significativement la performance et la fiabilité de notre infrastructure.

6.1.2 Le système d'exploitation

Le système d'exploitation choisi pour le serveur est Ubuntu, avec la version toujours la plus récente LTS (Long Term Support) au moment de la location. À ce jour, le serveur utilise **Ubuntu Server 22.04 LTS**, connu pour sa stabilité, sa sécurité, et son support à long terme. Cette version permet de bénéficier des dernières améliorations et corrections de sécurité, tout en assurant une compatibilité optimale avec les logiciels couramment utilisés.

6.1.2.1 La configuration de la sécurité

Toutes les bonnes pratiques de configuration de serveur, telles que décrites dans l'état de l'art, ont été rigoureusement appliquées. En complément, des mesures de sécurité spécifiques ont été mises en œuvre pour renforcer la protection du serveur :

- **Liste blanche des utilisateurs SSH** : Seuls certains utilisateurs autorisés peuvent se connecter via SSH, tous disposant de droits restreints ;
- **Authentification par clé SSH** : Les utilisateurs SSH se connectent exclusivement avec leur clé privée, les mots de passe étant refusés. Les clés SSH sont changées régulièrement, l'ancienne clé étant désactivée côté serveur pour maintenir un haut niveau de sécurité ;
- **Utilisateur Administrateur** : Un utilisateur spécifique dispose des accès nécessaires à Docker et aux fonctions administratives du serveur, séparant ainsi les privilèges pour minimiser les risques ;
- **Partition unique** : Pour éviter les problèmes liés à la gestion de l'espace disque, notamment avec Docker, une seule partition est utilisée pour le système et les données.

Ces mesures visent à garantir un haut niveau de sécurité et de fiabilité pour notre infrastructure, en minimisant les risques d'intrusion et en assurant une gestion efficace des ressources. Le changement de serveur tous les deux ou trois ans permet également de bénéficier des avancées technologiques sans augmentation significative des coûts, offrant ainsi une montée en gamme continue tout en maintenant une infrastructure moderne et performante.

6.2 La mise en œuvre de l'infrastructure pour le déploiement des services numériques

La mise en place de l'infrastructure pour le déploiement des services numériques est une étape cruciale pour assurer la performance, la sécurité, et la scalabilité des applications. Cette section décrit en détail les composants essentiels de notre infrastructure, leur configuration, et les améliorations apportées pour répondre aux besoins spécifiques de notre environnement.

6.2.1 Le reverse Proxy

Le reverse proxy est une composante clé de notre infrastructure, utilisée pour gérer les requêtes HTTP et HTTPS. Nous avons adopté une solution automatisée basée sur les meilleures pratiques de l'état de l'art. Voici les principales caractéristiques et configurations :

- **Automatisation** : Utilisation de variables d'environnement (VIRTUAL_HOST, VIRTUAL_PORT, NETWORK_NAME) pour la configuration automatique de Nginx en fonction des services numériques activés.
- **Gestion des certificats SSL** : Simplification de la gestion des certificats SSL/TLS (TLS 1.3) grâce à l'intégration de LETSENCRYPT_HOST et LETSENCRYPT_EMAIL.
- **Accès restreint** : Certains services numériques sont en accès restreint. Cet accès est géré par le reverse proxy, qui ajoute une configuration spéciale pour authentifier l'utilisateur avant l'accès aux services numériques. Cette authentification préalable renforce la sécurité et assure que seuls les utilisateurs autorisés peuvent accéder à ces services.
- **Améliorations apportées** : Nous avons adapté les configurations pour mieux répondre aux besoins spécifiques de notre environnement. Par exemple, nous avons implémenté un cloisonnement supérieur à la proposition initiale de Jason Wilder, en déclarant dans la variable d'environnement NETWORK_NAME le réseau utilisé pour la communication entre Nginx (reverse proxy) et le serveur web du service numérique.

6.2.2 L'annuaire LDAP

L'annuaire LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) est utilisé pour centraliser la gestion des utilisateurs et des authentifications, facilitant ainsi l'administration et améliorant la sécurité.

- **Déploiement** : Mise en place d'un annuaire LDAP pour centraliser les informations des utilisateurs, permettant une authentification unique et une gestion cohérente des droits d'accès. Cette centralisation est cruciale pour maîtriser les utilisateurs pouvant accéder à nos outils, sans dépendre des équipes DSI des tutelles pour paramétrer les liens entre leurs systèmes d'authentification et nos services numériques.
- **Configuration** : Intégration avec les services numériques pour assurer une authentification centralisée. Les utilisateurs peuvent accéder à tous les services numériques avec un seul jeu d'identifiants, ce qui simplifie la gestion des comptes et renforce la sécurité.

6.2.3 Les réseaux Docker

Docker est un élément central de notre infrastructure, utilisé pour conteneuriser les applications et assurer leur déploiement flexible et isolé.

- **Configuration des réseaux** : Utilisation des réseaux Docker pour isoler les différents services et assurer une communication sécurisée entre eux. Nous avons mis en place des réseaux spécifiques pour chaque service numérique, permettant une communication interne sécurisée entre les conteneurs composant le service.
- **Séparation des réseaux** : Les services critiques sont déployés sur des réseaux isolés pour minimiser les risques d'interférence et d'accès non autorisé.

Ces configurations et mesures assurent une infrastructure solide, capable de supporter les exigences croissantes des services numériques tout en maintenant un haut niveau de sécurité et de performance. La centralisation de la gestion des utilisateurs avec LDAP, l'automatisation et la sécurisation des déploiements avec Docker, et l'utilisation d'un reverse proxy performant sont des éléments clés de notre stratégie d'infrastructure.

6.3 Les cas d'études

Pour illustrer la mise en œuvre pratique de notre infrastructure, nous présentons deux cas d'études : le site vitrine et le service de discussion instantanée. Ces exemples montrent comment nous avons appliqué les concepts théoriques pour répondre à des besoins spécifiques et les résultats obtenus. Concernant les défis rencontrés et les solutions trouvées, nous entrerons dans le détail dans le chapitre suivant.

6.3.1 Le modèle ArchiMate des cas d'études

Le modèle ArchiMate ci-dessous présente une vue d'ensemble de l'architecture de notre infrastructure pour chaque cas d'étude.

6.3.1.1 Le site vitrine

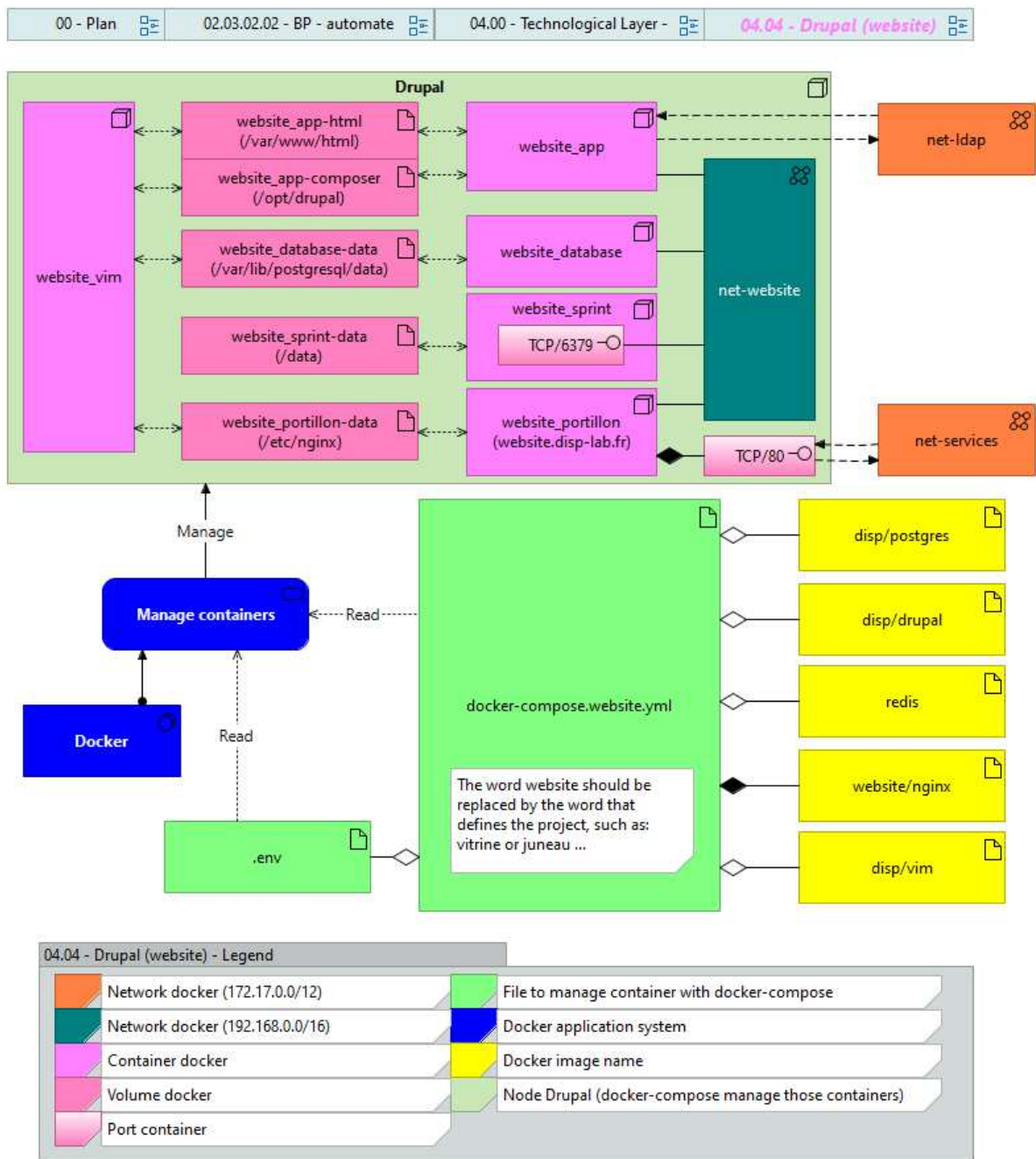


Figure 17 : Présentation techniques des éléments constituant le service numérique vitrine

6.3.1.2 Service de discussion instantanée

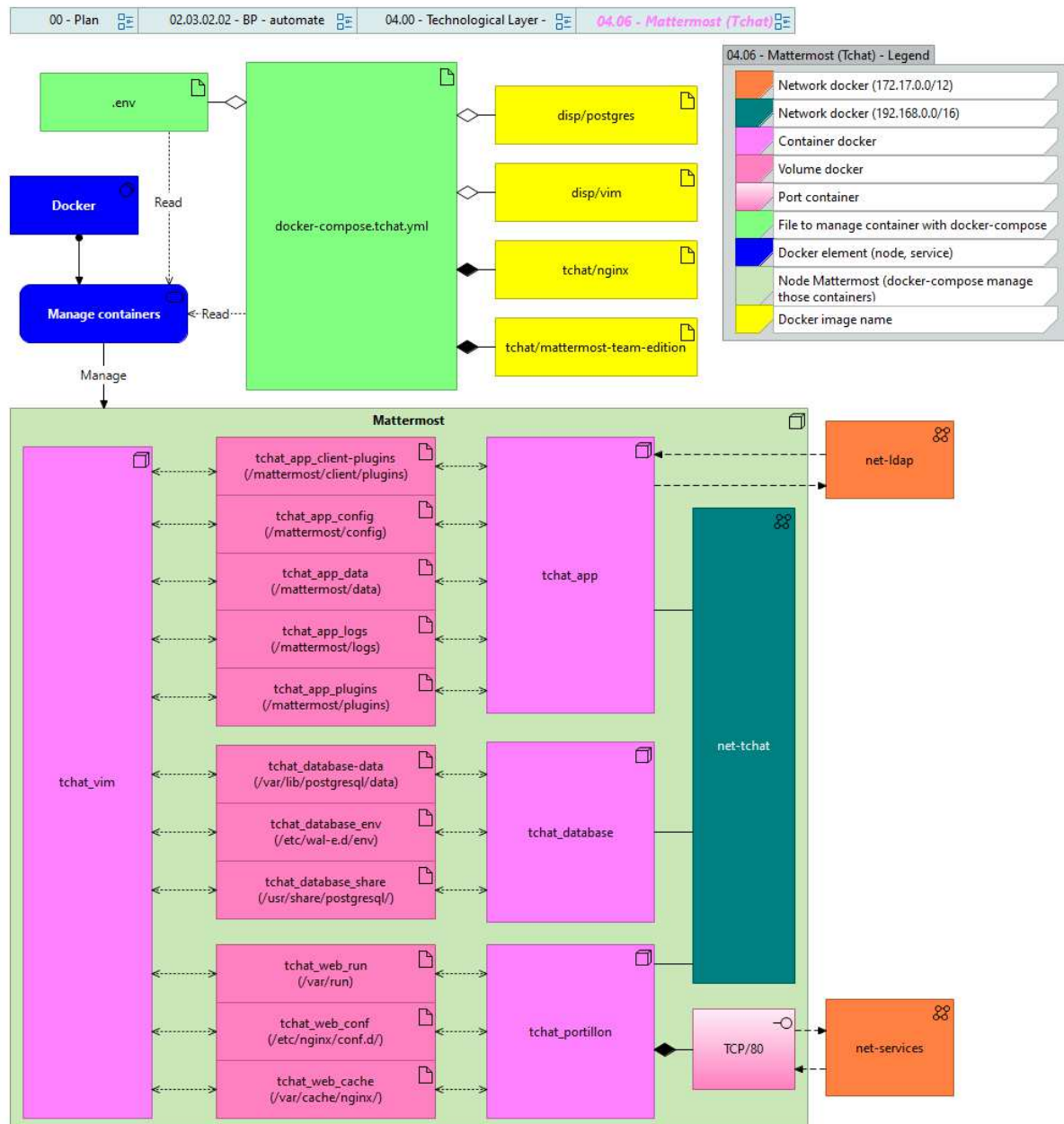


Figure 18 : Présentation techniques des éléments constituant le service numérique de discussion instantanée

Les diagrammes ArchiMate illustrent les composants principaux et leurs interactions dans notre infrastructure.

6.3.2 Les détails techniques et les fichiers de configuration

Les annexes, de A à G, présentent une sélection d'exemples concrets issus des fichiers de configuration et des scripts utilisés pour générer les conteneurs Docker et

gérer les déploiements. Ces exemples illustrent comment certains concepts théoriques sont appliqués dans la pratique au sein de notre environnement.

6.3.3 Le site vitrine

Avant mon arrivée, trois enseignants-chercheurs étaient responsables de la migration du site vitrine de Drupal 6 vers Drupal 7 avec une refonte de la maquette. Ce projet fut le premier déploiement de service numérique que j'ai réalisé au sein du laboratoire.

Comme mentionné précédemment, ce service numérique est déployé avec Docker Compose. Cette approche a facilité les déploiements et les mises à jour en isolant l'application et ses dépendances dans des conteneurs distincts. Les conteneurs générés incluent : Drupal, PostgreSQL, Nginx, Vim⁹, et Redis¹⁰. Le déploiement du site vitrine a été une grande source d'apprentissage des technologies. De plus, il a consolidé le modèle pour les futurs déploiements, comme présenté dans le chapitre précédant.

6.3.3.1 Les étapes spécifiques du déploiement

- **Modification du template pour correspondre au besoin technique** : Ajout de Redis dans le service numérique pour améliorer la gestion du cache du site.
- **Déploiement** : Mise en place de conteneurs Docker pour l'application Drupal et la base de données associée.
- **Intégration des bonnes pratiques** : Adoption des bonnes pratiques de la communauté, telles que l'utilisation de conteneurs minimalistes avec une responsabilité unique par conteneur et l'utilisation d'utilisateurs autres que root dans les conteneurs.
- **Gestion des secrets** : Création du script `get_secret.sh` pour récupérer les secrets depuis des fichiers, intégré dans le processus d'entrée des conteneurs.

6.3.3.2 Les résultats

Le déploiement du site vitrine a abouti à plusieurs améliorations notables :

- **Expérience utilisateur** : Une maquette modernisée, pilotée par une collègue, a été mise en place, offrant une meilleure expérience utilisateur. De plus, j'ai

⁹ Vi IMproved est un éditeur de texte pour le terminal sous GNU/Linux (<https://doc.ubuntu-fr.org/vim>)

¹⁰ Redis est un système de gestion de base de données clé-valeur (<https://redis.io/>)

pris en charge les modifications demandées par ma collègue concernant l'aspect visuel du site vitrine. Cela incluait des ajustements dans les fichiers CSS ainsi que l'intégration du contenu retravaillé avec des balises HTML. Ces modifications ont été cruciales pour améliorer l'expérience utilisateur du site, en répondant précisément aux besoins spécifiques identifiés lors de nos échanges. Cette collaboration a illustré ma capacité à contribuer efficacement à l'équipe et à aligner le développement avec les attentes et les standards établis.

- **Maintenance simplifiée** : Les mises à jour et les sauvegardes sont devenues plus simples et moins sujettes aux erreurs grâce à l'utilisation de Docker.
- **Maturité du template** : En appliquant le template de déploiement du service, j'ai pu l'affiner et le finaliser pour aboutir à la proposition décrite précédemment.

6.3.4 Le service de discussion instantanée

Pendant le confinement de mars 2020, il était crucial de maintenir la communication interne malgré les restrictions de déplacement. La communication par courriel pour répondre à toutes les sollicitations était trop énergivore pour les enseignants-chercheurs. J'ai ainsi pu mettre à l'épreuve tout le processus dans une situation de réactivité maximale.

En 2019, les services numériques déployés incluaient : un site vitrine (Drupal), un intranet (NextCloud¹¹), et une plateforme de développement logiciel (GitLab). Lorsqu'il a été demandé de déployer un service de discussion instantanée, le premier réflexe fut de tester l'application Talk¹² de notre intranet. Ce test à trois utilisateurs fut désastreux. Ayant déjà étudié Mattermost¹³, une solution open-source de messagerie d'équipe promue par GitLab, j'ai proposé de le tester avec les mêmes personnes. Le déploiement initial sans intégration LDAP fut concluant et validé par la direction.

6.3.4.1 Les étapes spécifiques du déploiement

- **Test initial** : Déploiement d'une première version de Mattermost sans intégration LDAP pour évaluer sa performance et son utilité.

¹¹ NextCloud est un logiciel libre de site d'hébergement de fichiers et une plateforme collaborative (<https://nextcloud.com/>)

¹² Talk est un service de communication audio/vidéo et de tchat (<https://nextcloud.com/fr/talk/>)

¹³ Mattermost est un logiciel de messagerie instantanée libre (<https://mattermost.com/>)

- **Configuration avancée** : Configuration de Mattermost avec l'intégration de GitLab pour utiliser l'annuaire LDAP, permettant une gestion centralisée des utilisateurs et des authentifications.

6.3.4.2 Les résultats

Le déploiement du service de discussion instantanée a permis :

- **Continuité de service** : Maintien des communications internes malgré les restrictions de déplacement, permettant une collaboration efficace entre les équipes.
- **Adoption rapide** : Le service a été rapidement adopté par les utilisateurs, qui ont apprécié sa facilité d'utilisation et sa fiabilité.
- **Sécurité renforcée** : L'intégration LDAP a amélioré la sécurité et simplifié la gestion des accès.

Ces cas d'études montrent comment une infrastructure bien pensée et bien mise en œuvre peut répondre à des besoins spécifiques et apporter des améliorations tangibles en termes de performance, de sécurité et de facilité de gestion. Ils illustrent également l'importance de l'adaptabilité et de l'innovation dans le déploiement des services numériques.

6.3.5 Les défis et les solutions

Dans cette section, nous aborderons les principaux défis rencontrés lors de la mise en œuvre de notre infrastructure et les solutions adoptées pour les surmonter. Ils sont répartis en trois catégories : techniques, organisationnels et humains.

6.3.5.1 Les défis techniques et technologiques

La multiplicité des technologies impliquées, telles que les commandes Linux avec Bash, la virtualisation avec Docker, les serveurs web avec Nginx, les CMS avec Drupal, les tâches automatiques avec Cron, le suivi des versions avec Git, les systèmes de gestion de bases de données avec PostgreSQL et Redis, ainsi que divers langages de programmation (PHP, HTML, JavaScript, CSS, Go, Python), pose des défis constants. Leur maîtrise demande beaucoup d'efforts, de rigueur et de temps.

Pour surmonter ces défis, il est crucial de reconnaître et de combler les lacunes technologiques par une formation continue. Une approche itérative et de prototypage

est également essentielle, comme le démontre l'exemple de la création initiale d'un script Bash simple pour transférer les sauvegardes, avant de le remplacer par une solution en Python plus sécurisée. De plus, automatiser les tâches répétitives, telles que la création de nouveaux utilisateurs, permet d'appliquer les concepts de développement objet en Python et d'optimiser les processus.

Pour mieux illustrer la complexité de ce programme, les modèles ArchiMate ci-dessous montrent les différentes composantes et interactions nécessaires pour créer les utilisateurs :

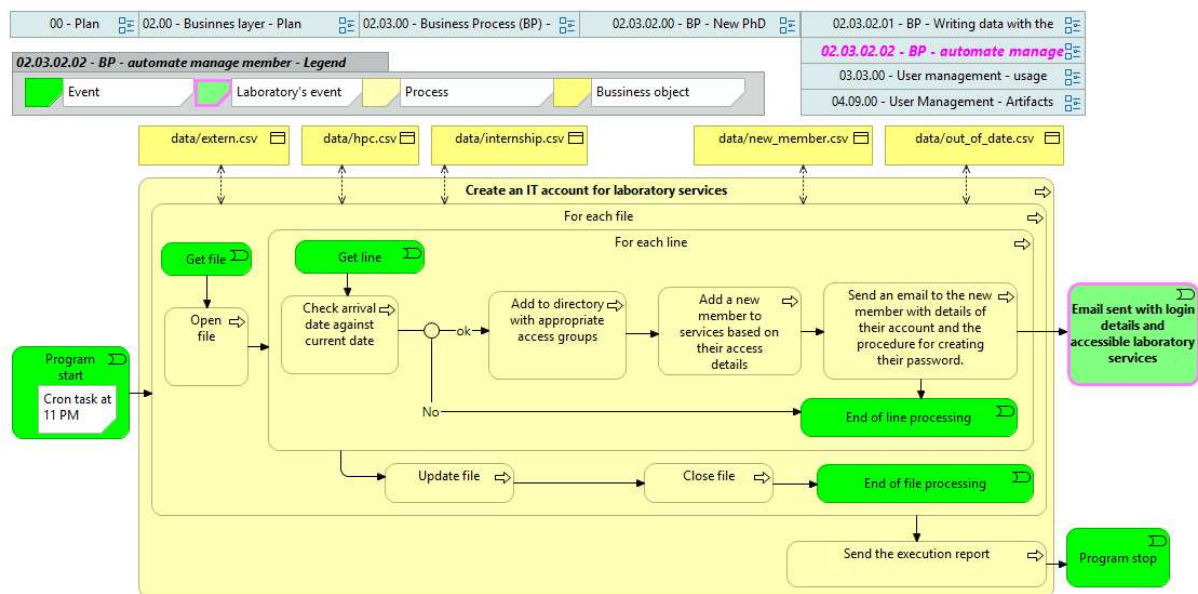


Figure 19 : Processus décrivant le fonctionnement du programme `user_management.py`

Ce diagramme représente le processus effectué par le programme exécuté par une tâche cron tous les jours à 23h.

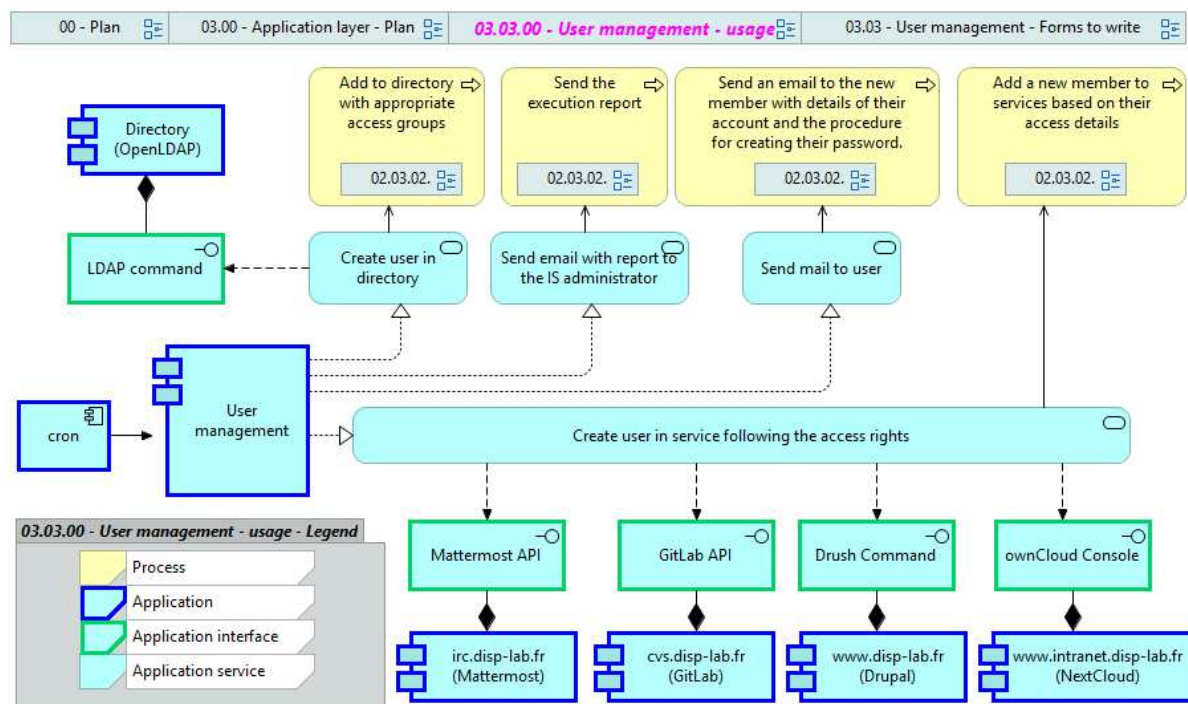


Figure 20 : Présentation des liens entre les services de l'application User management et des autres services numériques

Celui-ci représente les services du programme avec leurs interactions avec les différents services numériques.

En outre, une compréhension approfondie des mécanismes de démarrage et des secrets dans Docker Compose est nécessaire pour créer un script efficace pour la gestion des secrets. Fournir une documentation concise et ciblée sur l'administration, incluant les mises à jour, les sauvegardes et les restaurations, avec des liens vers les dépôts d'images et la documentation officielle, est également essentiel.

6.3.5.2 Les défis organisationnels

La gestion en solitaire d'un projet de cette envergure, combinée à la documentation et à la planification détaillée, s'avère très chronophage. Ce défi est accentué par plusieurs facteurs organisationnels spécifiques.

Pour gérer efficacement les priorités concurrentes en tant que seul membre du projet, il est souvent nécessaire de jongler avec des demandes urgentes et des priorités changeantes. Par exemple, lorsqu'un problème critique survient pendant un test crucial du programme de création des utilisateurs, comme une perte de données, il est impératif de mettre en pause l'intégration de nouveaux membres pour résoudre le

problème immédiat, tout en planifiant la gestion manuelle des nouveaux arrivants ultérieurement.

La communication efficace avec toutes les parties prenantes est essentielle. Cela inclut la nécessité de transmettre les informations de manière cohérente et compréhensible, notamment lors de présentations telles que celle de la cartographie du système d'information au comité de direction. Il a été crucial de démontrer l'utilité de cette cartographie en mettant en avant des bénéfices concrets, comme la réduction de la dépendance à l'égard d'une seule personne pour maintenir les services, ce qui a nécessité une adaptation du vocabulaire pour correspondre au niveau de maturité des compétences des auditeurs.

La documentation précise et la traçabilité des décisions jouent un rôle vital dans la gestion quotidienne. En documentant les échecs et en définissant clairement les étapes suivantes, même lors de périodes d'apprentissage intensif, j'ai pu maintenir une clarté et une continuité indispensables au projet. La compréhension et la correction des erreurs a été facilitée par la traçabilité qui a permis de remonter efficacement dans le temps.

La cartographie du système d'information, élaborée progressivement au cours du projet, a offert une vision globale essentielle pour identifier les points critiques et défendre stratégiquement les priorités auprès de la direction. Cet outil a facilité une allocation efficace des ressources et une prise de décision éclairée, renforçant ainsi la cohérence et l'efficacité des déploiements de services numériques demandés.

Pour surmonter ces défis organisationnels, plusieurs solutions ont été mises en place. Adopter une approche agile a favorisé une flexibilité et une adaptation rapide aux changements, tout en favorisant des échanges réguliers avec la direction et les équipes concernées pour aligner les objectifs et résoudre les problèmes en temps réel. L'utilisation d'outils de gestion comme Git pour la gestion des versions et GitLab pour améliorer la traçabilité a été déterminante pour une gestion efficace du projet.

Cette approche intégrée des défis organisationnels a maintenu le cap sur les objectifs du projet et renforcé la robustesse et la résilience de l'infrastructure mise en œuvre.

6.3.5.3 Les défis humains

Gérer seul un projet d'une telle envergure a été à la fois une opportunité de croissance personnelle et un défi significatif. La nécessité de jongler entre la stratégie et les opérations a souvent amplifié la solitude professionnelle, mais elle m'a également permis d'approfondir ma capacité à gérer des initiatives complexes de manière autonome.

Les réactions des collègues face aux nouveaux services numériques varient, certains étant plus réfractaires que d'autres. La culture de l'urbanisation du système d'information doit être diffusée progressivement.

Pour gérer ces défis humains, il est important d'accompagner les utilisateurs dans l'acceptation des changements par des formations continues officielles et informelles, et en mettant en avant les bénéfices des nouveaux outils. Utiliser des comparaisons avant/après pour démontrer les améliorations, comme avec le site vitrine, et rappeler l'importance des outils informatiques comme support aux activités humaines peut également être très efficace. Enfin, souligner les gains obtenus grâce aux nouveaux services pour encourager leur adoption, notamment l'augmentation de la traçabilité des demandes administratives avec les tickets de GitLab par rapport aux échanges verbaux et par courriels, est une autre stratégie clé.

Les premiers entretiens pour recueillir les besoins et les retours des collègues étaient parfois difficiles, mais ces interactions ont évolué positivement avec le temps. Aujourd'hui, j'aborde ces conversations avec plaisir, ayant appris à prendre du recul par rapport aux mots prononcés. Cette évolution m'a permis de comprendre que les critiques ne sont pas personnelles mais plutôt une réaction à un état perçu par les individus.

Ce projet m'a également propulsé vers une croissance significative sur plusieurs plans. Sur le plan stratégique, j'ai approfondi mes compétences en urbanisation du système d'information, ce qui m'a aidé à structurer et à optimiser les processus. En gestion de projet, j'ai affiné ma capacité à contrôler la granularité des efforts, en concentrant mes ressources sur les domaines les plus critiques pour le succès du projet. Sur le plan technique, j'ai enrichi mon portfolio avec une diversité impressionnante de technologies, ce qui a élargi mes compétences et ma capacité à résoudre des problèmes variés.

Enfin, sur le plan humain, ce projet m'a permis de prendre une posture plus mature et réfléchie. Passant d'une vision étroite de développeur à une perspective plus globale d'ingénieur, j'ai appris à voir au-delà des critiques superficielles pour comprendre les motivations et les besoins sous-jacents. Cette évolution personnelle a enrichi mon expérience professionnelle, a renforcé ma capacité à collaborer efficacement et à diriger des initiatives ambitieuses.

En combinant ces développements personnels avec une gestion rigoureuse des défis organisationnels et techniques, j'ai pu surmonter les obstacles rencontrés et transformer ces défis en opportunités de croissance durable pour le projet et pour moi-même.

6.3.5.4 La conclusion

En résumé, la gestion efficace de l'infrastructure nécessite une approche structurée et flexible, capable de réajuster les priorités en fonction des besoins. Une gestion de projet efficace, basée sur des choix pragmatiques pour la planification, les comptes rendus et la documentation, combinée à une communication et une diplomatie appropriée, est essentielle pour surmonter les défis rencontrés et garantir le succès de la mise en œuvre.

7 L'impact de la mise en place de cette nouvelle organisation logicielle

7.1 Le retour d'expérience des membres du laboratoire

7.1.1 Le contexte de l'enquête

Sur les 36 personnels permanents, enseignants-chercheurs et BIATSS du laboratoire, 5 retours écrits ont été collectés et plusieurs autres ont été obtenus oralement. Les retours écrits ont été inclus dans l'annexe, ainsi que les retranscriptions des retours oraux mettant en avant des éléments divergents. De manière générale, les retours montrent une satisfaction globale vis-à-vis des outils mis en place.

7.1.2 Les avantages

Les retours des membres du laboratoire mettent en lumière plusieurs avantages significatifs de la nouvelle organisation logicielle :

1. La facilitation des interactions et de la collaboration :

- Anne-Laure Ladier (Maître de Conférences) et Taha Arbahoui (Chair de Professeur Junior) ont souligné que les services numériques, notamment l'IRC (Mattermost) et l'intranet Nextcloud, facilitent grandement les échanges internes et externes sans surcharger les boîtes mail. La coédition et le partage de documents sont devenus plus efficaces et sécurisés.

2. L'efficacité administrative :

- La gestion par tickets est largement appréciée pour sa capacité à centraliser les informations, suivre l'avancée des dossiers, et maintenir une vue d'ensemble. Anne-Laure Ladier et Vincent Cheutet (Professeur des Universités, Directeur du DISP) indiquent que cela a amélioré la traçabilité et réduit les pertes d'information.

3. Le support technique et l'accessibilité des outils :

- Le système d'information est perçu comme bien développé et adapté à la taille du laboratoire. Matthieu Guillot (Maître de Conférences) et Jannik Laval (Maître de Conférences - HDR) ont exprimé leur

satisfaction quant à la facilité d'utilisation des outils mis en place et l'identification claire de la personne à contacter en cas de problème.

4. L'amélioration de la productivité :

- Les outils comme GitLab et Mattermost sont reconnus pour améliorer la productivité en permettant une gestion centralisée du code source et des échanges rapides et informels. Jannik Laval et Matthieu Guillot ont particulièrement apprécié ces outils pour leur efficacité dans le cadre de leurs travaux.

7.1.3 Les points d'amélioration et les suggestions

Malgré les nombreux avantages, certains points d'amélioration ont été identifiés :

1. La perte de l'humain dans les interactions :

- Valérie Botta-Genoulaz (Professeure des Universités) a souligné que la gestion par tickets a réduit le côté humain des interactions. Elle trouve également l'ergonomie du logiciel de tickets non adaptée.

2. Les préférences personnelles pour les canaux de communication :

- Thibaud Monteiro (Professeur des Universités) a exprimé une légère préférence pour centraliser les communications dans les courriels plutôt que d'utiliser l'IRC, indiquant que ce nouveau canal d'échange n'est pas idéal pour lui.

3. Le besoin d'accompagnement supplémentaire :

- Certains utilisateurs, comme Valérie Botta-Genoulaz, ont mentionné la nécessité d'un accompagnement plus important pour tirer pleinement parti des fonctionnalités de l'intranet.

7.1.4 La conclusion

En résumé, sur les 36 membres du laboratoire, 7 ont fourni des retours détaillés (5 écrits et 2 oraux retranscrits). Les retours montrent une satisfaction globale vis-à-vis des services numériques déployés, avec des suggestions précieuses pour améliorer encore l'organisation logicielle. Les avantages tels que la facilitation des interactions, l'efficacité administrative et le soutien technique sont largement reconnus, tandis que

les points d'amélioration concernant principalement l'ergonomie et le besoin d'un accompagnement continu pour certains utilisateurs.

7.2 Les effets sur la productivité, la stabilité et la sécurité des services numériques déployés

Le déploiement des services numériques au sein du laboratoire représente une avancée significative par rapport aux solutions précédentes, limitées à des sites statiques ou à des CMS hébergés sur des services dédiés. Cette limitation rendait impossible la mise en place de solutions plus complexes telles que NextCloud ou GitLab. Par conséquent, il est difficile de faire une comparaison directe avant et après l'implémentation de cette nouvelle infrastructure.

Il est néanmoins notable que le service numérique de discussion instantanée a été déployé en une semaine en respectant la nouvelle démarche. De plus, le temps requis pour les déploiements a considérablement diminué avec l'expérience. Le premier déploiement, qui impliquait Drupal, a pris trois semaines en raison de l'apprentissage nécessaire des nouvelles technologies et configurations. En revanche, un déploiement similaire réalisé plus tard n'a pris que 30 minutes, illustrant l'efficacité accrue de la démarche une fois maîtrisée.

En ce qui concerne la stabilité, l'infrastructure héberge actuellement plusieurs services : le site vitrine en Drupal, l'intranet en NextCloud, le service de discussion instantanée en Mattermost, la plateforme de développement logiciel en GitLab, cinq sites HTML, deux sites de projet en Drupal, un site de calcul de distance avec OSRM, et un site pour l'annuaire. Bien qu'une mise à jour de nombreux services soit nécessaire, ces services ont montré une stabilité notable depuis leur déploiement.

Sur le plan de la sécurité, bien qu'il n'y ait pas de rapport spécifique sur les vulnérabilités, les pratiques mises en place ont contribué à renforcer la sécurité globale des services. Les mesures de sécurité ont été détaillées dans les sections précédentes, notamment dans l'état de l'art, le modèle et les cas d'étude.

De plus, les services numériques déployés ont permis d'améliorer la gestion administrative du laboratoire. L'utilisation de tickets avec des descriptions par défaut a standardisé les demandes, réduisant les pertes d'information de 20% à des cas exceptionnels. La traçabilité des échanges sur les tickets a également permis de

gagner du temps, en évitant les courriels répétitifs et en assurant une communication claire et documentée.

Les enseignants-chercheurs bénéficient désormais d'une gestion simplifiée de leurs sites web, se concentrant uniquement sur le contenu sans se soucier de l'infrastructure. Le partage de documents et la coédition via l'intranet ont facilité les collaborations internes et externes. De plus, la discussion instantanée a amélioré la coordination des équipes, même à distance.

7.3 Les perspectives d'évolution de cette organisation logicielle

Pour l'avenir, plusieurs évolutions sont envisagées pour améliorer encore l'infrastructure et les services numériques du laboratoire. Parmi celles-ci, la centralisation des journaux afin de générer des indicateurs de performance du système est une priorité. La continuité de la cartographie des processus est également cruciale pour proposer des stratégies d'évolution du système d'information alignées avec les demandes de la direction.

La proposition de stages à différents niveaux sur des sujets de prototypages aiderait à réaliser des choix tels que la refonte du programme de création des utilisateurs pour le rendre plus flexible et capable de prendre en compte de futurs services numériques. Cela permettrait également de tester de nouveaux services numériques tout en offrant aux stagiaires l'opportunité de découvrir le monde de la recherche.

L'utilisation d'outils d'automatisation tels qu'Ansible est à l'étude, tout comme l'intégration du module de CI/CD de GitLab. La migration vers Kubernetes pourrait faciliter le passage à un nouveau serveur et anticiper la montée en charge des services numériques.

Un développement futur envisagé est la synchronisation des actions décrites dans la cartographie des processus avec GitLab. Cela permettrait de mieux aligner les activités de gestion de projets avec les processus documentés, assurant ainsi une plus grande cohérence et efficacité dans la gestion des tâches et des ressources.

Enfin, des entretiens et des questionnaires sont prévus pour recueillir les besoins et les demandes d'amélioration des utilisateurs. Par exemple, l'idée d'avoir un panneau avec les liens de toutes les demandes possibles auprès des gestionnaires dans l'intranet a été remontée lors d'une pause-café et inscrite dans le backlog du projet de

l'intranet. La formation continue est essentielle pour accompagner le changement de pratiques, comme le passage à la gestion administrative avec les tickets de GitLab, où il est nécessaire d'aider les membres les plus réticents tout en encourageant l'adoption de cette solution dans d'autres services de l'INSA Lyon.

En résumé, il est impératif de rester structuré, de savoir prendre du recul et de réévaluer les priorités. La tenue d'un planning rigide peut être laborieuse, mais un suivi régulier avec une ligne directrice claire s'avère plus efficient dans ce contexte dynamique.

8 La conclusion

Le directeur du laboratoire, Vincent Cheutet, estime que mon travail sur ce projet laisse une empreinte significative sur le laboratoire DISP. J'ai réussi à optimiser ses opérations internes, améliorer la communication des membres et libérer du temps précieux pour l'innovation et la recherche. Les changements contribuent à renforcer la performance, l'efficacité et la résilience du laboratoire, le positionnant favorablement pour relever les défis futurs et continuer à exceller dans son domaine d'expertise.

En ce qui concerne les perspectives, j'ai identifié plusieurs initiatives prometteuses. Tout d'abord, je prévois de mettre en place un monitoring centralisé des services pour renforcer le contrôle et la surveillance, garantissant ainsi la stabilité du système que j'ai conçu.

De plus, j'ai l'intention d'explorer des outils d'automatisation, tels qu'Ansible, pour les déploiements futurs. Cette démarche offre un potentiel considérable pour simplifier les processus de déploiement que j'ai établis et accroître la fiabilité du système, tout en minimisant les erreurs humaines.

Lorsque la haute disponibilité deviendra une priorité, j'envisage d'étudier des solutions plus avancées telles que Kubernetes. Cela me permettra d'offrir une architecture hautement disponible pour les services, même en cas de défaillance matérielle.

Ce projet que j'ai mené sert de tremplin à une perspective académique passionnante pour moi. Il jette les bases d'un futur doctorat visant à modéliser les systèmes d'information au sein des laboratoires de recherche. J'espère ainsi ouvrir la voie à des déploiements plus efficaces et automatisés, non seulement au sein du laboratoire DISP, mais également dans d'autres environnements de recherche similaires.

En résumé, mon mémoire contribue au domaine de l'ingénierie informatique en mettant en évidence l'importance de la modélisation, de la sécurité et de la conception logicielle dans le contexte de la gestion des systèmes d'information au sein des laboratoires de recherche. Ces éléments sont des éléments clés de la discipline de l'ingénierie informatique, et mon travail offre des perspectives précieuses pour ceux qui travaillent dans ce domaine en constante évolution.

Dans l'ensemble, les résultats de mon mémoire démontrent de manière convaincante leur capacité à répondre aux besoins spécifiques que j'avais identifiés au départ. En

fournissant une solution pratique et efficace à la restructuration du système d'information du laboratoire DISP, mon travail ouvre la voie à des améliorations continues et inspire des pistes prometteuses pour de futures recherches dans ce domaine en constante évolution.

9 Les annexes

9.1 L'annexe A : Fichier de configuration Docker Compose pour le site vitrine

```
# https://2bits.com/articles/installing-configuring-redis-drupal-7-other-
# memcached-alternatives.html
# https://www.drupal.org/node/1030854
# https://wiki.celogeek.com/pages/Tutorials:Configure_Drupal_7_on_NGINX_PHP-
# FPM
# https://dashohoxha.blogspot.com/2012/10/using-nginx-as-web-server-for-
# drupal.html
# https://insready.com/blog/build-nginx-php-fpm-apc-memcache-drupal-7-bare-
# bone-ubuntu-1004-or-debian-5-server
# https://blog.john-pfeiffer.com/drupal-with-docker-compose-and-nginx-and-php-
# fpm-and-mariadb/
# https://www.nginx.com/resources/wiki/start/topics/recipes/drupal/
# https://assos.centrale-marseille.fr/ftorregrosa/blog/monter-un-
# environnement-autour-de-drupal-avec-docker
# https://www.famillewallon.com/blog/2018/08/02/mise-en-place-dune-
# architecture-docker-drupal-8
# https://github.com/drupal-docker
# https://github.com/etopian/drupal-with-nginx
#
version: '3.7'

services:
  database:
    build:
      context: ./bd
      args:
        - ARG_BUILD_IMAGE_BDD=${ENV_BUILD_IMAGE_BDD}
        - ARG_BUILD_IMAGE_BDD_VERSION=${ENV_BUILD_IMAGE_BDD_VERSION}
        - ARG_BUILD_PG_SHA256=${ENV_BUILD_SHA256_BDD}
        - ARG_BUILD_PG_VERSION_MAJEUR=${ENV_VERSION_BDD_MAJEUR}
        - ARG_BUILD_PG_VERSION_MINEUR=${ENV_VERSION_BDD_MINEUR}
    restart: unless-stopped
    logging:
      driver: "json-file"
      options:
```

```

        max-size: "200k"
        max-file: "10"

security_opt:
  - no-new-privileges: true
volumes:
  - database-data:/var/lib/postgresql/data
environment:
  POSTGRES_SECRET: pg_secret
networks:
  - net-interne
secrets:
  - pg_secret
sprint:
  build:
    context: ./sprint
  restart: unless-stopped
  logging:
    driver: "json-file"
    options:
      max-size: "200k"
      max-file: "10"
drupal:
  build:
    context: ./app
    args:
      - ARG_BUILD_IMAGE_WEB=${ENV_BUILD_IMAGE_WEB}
      - ARG_BUILD_IMAGE_WEB_VERSION=${ENV_BUILD_IMAGE_WEB_VERSION}
      - ARG_VERSION_DRUPAL=${ENV_VERSION_DRUPAL}
  restart: unless-stopped
  logging:
    driver: "json-file"
    options:
      max-size: "200k"
      max-file: "10"
  depends_on:
    - database
    - sprint
  volumes:

```

```

- drupal-html:/var/www/html
- drupal-composer:/opt/drupal
environment:
  POSTGRES_SECRET: pg_secret
networks:
  - net-interne
  - net-ldap
secrets:
  - pg_secret

portillon:
  build:
    context: ./porte
    args:
      - ARG_BUILD_IMAGE_PORTE=${ENV_BUILD_IMAGE_PORTE}
      -
ARG_BUILD_IMAGE_PORTE_VERSION=${ENV_BUILD_IMAGE_PORTE_VERSION}
      - ARG_VERSION_PORTE=${ENV_VERSION_PORTE}
  restart: unless-stopped
  logging:
    driver: "json-file"
    options:
      max-size: "200k"
      max-file: "10"
  depends_on:
    - drupal
  expose:
    - 80
    - 443
  volumes:
    - portillon-data:/etc/nginx
    - drupal-html:/var/www/html
  networks:
    - net-porte
    - net-interne
  environment:
    LETSENCRYPT_HOST: ${ENV_URL_SERVICE}
    VIRTUAL_HOST: ${ENV_URL_SERVICE}

```

```

VIRTUAL_PORT: 80
VIRTUAL_PROTO: http
vim:
  image: disp/vim:latest
  depends_on:
    - portillon
  volumes:
    - portillon-data:/etc/nginx
    - drupal-html:/var/www/html
    - drupal-composer:/opt/drupal
  command: bash
  tty: true
secrets:
  pg_secret:
    file: ./secret/postgresql.secret
networks:
  net-porte:
    external: true
    name: net-services
  net-interne:
    driver: bridge
  net-ldap:
    external: true
    name: net-ldap
volumes:
  database-data:
  drupal-html:
  drupal-composer:
  portillon-data:

```

9.2 L'annexe B : Script de gestion des secrets `get_secret.sh`

```

#!/usr/bin/env bash

# Déclarer la variable de localisation des fichiers secrets
: ${ENV_SECRETS_DIR:=/run/secrets}

get_secret() {
  local _secret_name="$1"

```

```
if var_test=$(printenv $_secret_name); then
  if [ ! -z "$var_test" ]; then
    . "${ENV_SECRETS_DIR}/${var_test}"
  fi
fi
}

get_secret "DRUPAL_SECRET"
get_secret "MYSQL_SECRET"
get_secret "NEXTCLOUD_SECRET"
get_secret "POSTGRES_SECRET"
get_secret "SQLITE_SECRET"
```

9.3 L'annexe C : Fichier de configuration de l'image disp/postgres

```
FROM sameersbn/postgresql:15-20230628

RUN apt-get update && apt-get upgrade -y

COPY get_secret.sh /sbin/get_secret.sh

RUN sed -i 's/set -e/set -e\n\n# Les variables d environnements sont-elles dans un fichier secret\n. get_secret.sh\n/g' /sbin/entrypoint.sh

RUN chmod 755 /sbin/get_secret.sh
CMD ["nginx", "-g", "daemon off;"]
```

9.4 L'annexe D : Makefile

```
#
# GLOSSAIRE :
#      * C_ : CONTAINER_

# =====
# ===== VARIABLE SET =====
# =====

ENV_FILE=.env

mkfile_path := $(abspath $(lastword $(MAKEFILE_LIST)))
current_dir := $(notdir $(patsubst %/,%, $(dir $(mkfile_path))))
```

```
C_PREFIX:=${current_dir}-
C_SUFFIX:=-1
C_BDD:=database
C_BDD_NAME:=${C_PREFIX}${C_BDD}${C_SUFFIX}
C_DRUPAL:=drupal
C_DRUPAL_NAME:=${C_PREFIX}${C_DRUPAL}${C_SUFFIX}
C_SERVER:=portillon
C_SERVER_NAME:=${C_PREFIX}${C_SERVER}${C_SUFFIX}
C_VIM:=vim
C_VIM_NAME:=${C_PREFIX}${C_VIM}${C_SUFFIX}
SERVICE_NAME:=vitrine

FOLDER_BACKUP:=bkp
FOLDER_BACKUP_CONTEXT:=$(FOLDER_BACKUP)/context
ARCHIVE_RESTORE=
ARCHIVE_RESTORE_DATE=

TEMPS:=$(shell date +%Y-%m-%d_%H_%M_%S)

VERSION_APP=`cat $(ENV_FILE) |grep ENV_VERSION_DRUPAL`
VERSION_BDD=`cat $(ENV_FILE) |grep ENV_BUILD_IMAGE_BDD`

USERNAME_BDD=
BDD_NAME=

FILE_NEW_USER:=drush/new_users.yaml
YAML_NEW_USERS:=`cat ${FILE_NEW_USER}`

RESPONSE_VALIDATE=test

# https://misc.flogisoft.com/bash/tip_colors_and_formatting
ECHO_BOLD="\e[1m"
ECHO_INVERTED="\e[7m"
ECHO_GREEN="\e[32m"
ECHO_MAGENTA="\e[35m"
ECHO_YELLOW="\e[33m"
ECHO_GREEN_BOLD=$(ECHO_GREEN) $(ECHO_BOLD)
ECHO_GREEN_BOLD_INVERTED=$(ECHO_GREEN_BOLD) $(ECHO_INVERTED)
ECHO_MAGENTA_BOLD=$(ECHO_MAGENTA) $(ECHO_BOLD)
```



```
ECHO_YELLOW_BOLD=$(ECHO_YELLOW) $(ECHO_BOLD)
ECHO_NEUTRE="\e[0m"

PREFIX_MESSAGE=$(ECHO_GREEN_BOLD) $(SERVICE_NAME) $(ECHO_NEUTRE) -
$(shell date "+%d/%m/%Y %H:%M:%S.%N") -
# =====
# ===== RECIPE =====
# =====

.ONESHELL: backup backup-context backup-run build-up check_archive cp-
settings create-readme-dev database-remove-full database-restore
database-restore-run database-restore-run-only database-up down drupal-
add-user drupal-cache-rebuild drupal-down drupal-restart drupal-
restore-html drupal-restore-html-run drupal-restore-html-only drupal-
start drupal-stop exec help maintenance-off maintenance-on restart-
drupal restore rm-html select-backup server-down server-restart server-
test-config up upgrade validate-add-user vim vim-down vim-drupal-
settings vim-drupal-settings-only vim-start vim-stop

.PHONY: backup backup-context backup-run build-up check_archive cp-
settings create-readme-dev database-remove-full database-restore
database-restore-run database-restore-run-only database-up down drupal-
add-user drupal-cache-rebuild drupal-down drupal-restart drupal-
restore-html drupal-restore-html-run drupal-restore-html-only drupal-
start drupal-stop exec help maintenance-off maintenance-on restart-
drupal restore rm-html select-backup server-down server-restart server-
test-config up upgrade validate-add-user vim vim-down vim-drupal-
settings vim-drupal-settings-only vim-start vim-stop

.SILENT: backup backup-context backup-run build-up check_archive cp-
settings create-readme-dev database-remove-full database-restore
database-restore-run database-restore-run-only database-up down drupal-
add-user drupal-cache-rebuild drupal-down drupal-restart drupal-
restore-html drupal-restore-html-run drupal-restore-html-only drupal-
start drupal-stop exec help maintenance-off maintenance-on restart-
drupal restore rm-html select-backup server-down server-restart server-
test-config up upgrade validate-add-user vim vim-down vim-drupal-
settings vim-drupal-settings-only vim-start vim-stop
```

```
# -----
# ----- HELP -----
# -----

help: create-readme-dev
    mdless README.dev.md

help-reboot:
    echo "make down && make up && docker cp ../v3/bkp/config-2022-01-
04-13-54-15-taxo.tar.gz v2_drupal_1:/tmp/ && docker cp bkp/bkp/2021-12-
13_08_04_31/themes_2021-12-13_08_04_31.tar v2_drupal_1:/var/www/html/
&& docker cp backups/import.tar v2_drupal_1:/tmp/ && docker cp
backups/config-20220107.tar v2_drupal_1:/tmp/ && docker exec
v2_drupal_1 addgroup root www-data && make drupal-restart && make exec"

create-readme-dev:
    cp README.dev.template README.dev.md && \
    cat docs/* | sed 's/###/g' >> README.dev.md

list:
    grep '^[^#[:space:]].*(:$$|: )' Makefile

# -----
# ----- TOOL -----
# -----

define e_debug
    $(call message,DEBUG,$(ECHO_YELLOW_BOLD), $1)
endef

define e_error
    $(call message,ERROR,$(ECHO_MAGENTA_BOLD), $1)
endef

define e_info
    $(call message,INFO ,$(ECHO_GREEN_BOLD), $1)
endef

define e_question
    $(call message,ASK ,$(ECHO_GREEN_BOLD_INVERTED), $1)
endef

define e_warning
    $(call message,WARN ,$(ECHO_YELLOW_BOLD), $1)
endef

define message
    # type=$1
```

```
# couleur=$2
# msg=$3
@echo "$ (PREFIX_MESSAGE) $2$1 : $3$ (ECHO_NEUTRE) "
endif

check_archive:
ifndef ARCHIVE_RESTORE
    $(error ARCHIVE_RESTORE must be defined !)
else
    if [ -f ${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE} ]; then \
        $(call e_info,Archive existante !); \
    else \
        $(call e_error,${ARCHIVE_RESTORE} inexistant !); \
    fi
endif

ifndef ARCHIVE_RESTORE_DATE
    $(error ARCHIVE_RESTORE_DATE must be defined !)
endif

check_username:
ifndef USERNAME_BDD
    $(error USERNAME_BDD must be defined!)
endif

check_dbname:
ifndef DB_NAME
    $(error DB_NAME must be defined!)
endif

.ONESHELL:
select-backup:
    echo "*****\n" \
    "***** $(ECHO_YELLOW_BOLD) SELECT ARCHIVE$(ECHO_NEUTRE) \
    *****\n" \
    "*****\n"
    ls -Artlh ${FOLDER_BACKUP}/*.tar
    $(call e_question,"Quelle archive désirez-vous restaurer ?")
    read ARCHIVE_SELECTED && \
    ARCHIVE_SELECTED=${ARCHIVE_SELECTED#"bkp/" }
    TPS=${ARCHIVE_SELECTED#"${SERVICE_NAME}_bkp_" }
```

```

TPS=${TPS%".tar"}
$(MAKE) drupal-restore-html-only ARCHIVE_RESTORE_DATE=${TPS}
ARCHIVE_RESTORE=${ARCHIVE_SELECTED}

$(call e_question,"Quel est l'utilisateur de la base de données de
POSTGRESQL pour le service $(C_BDD_NAME) ?")

read ans

$(MAKE) database-restore-run-only ARCHIVE_RESTORE_DATE=${TPS}
ARCHIVE_RESTORE=${ARCHIVE_SELECTED} USERNAME_BDD=${ans}

echo ***** SELECT-BACKUP END *****

# -----
# -----  MANAGE SERVICE -----
# -----

backup: maintenance-on backup-run maintenance-off
backup-run:

    $(call e_question,"Quel est l'utilisateur de la base de données de
    POSTGRESQL pour le service $(C_BDD_NAME) ?")

    read USERNAME_DB

    mkdir -p ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}

    $(call e_question,"Quel est le nom de la base de données à
sauvegarder ?")

    read DB_NAME

    echo "$(VERSION_APP)" >> ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/README.md
    echo "$(VERSION_BDD)" >> ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/README.md
    $(call e_info,USERNAME_DB : $$USERNAME_DB)

    docker exec $(C_BDD_NAME) pg_dump -U $$USERNAME_DB -c --if-exists
    $$DB_NAME > ./${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/dump_${TEMPS}.sql && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/modules/ - >
    ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/modules_${TEMPS}.tar && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/sites/ - >
    ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/sites_${TEMPS}.tar && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/themes/ - >
    ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/themes_${TEMPS}.tar && \
    tar -cvf ${FOLDER_BACKUP}/${SERVICE_NAME}_bkp_${TEMPS}.tar
    ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/ && \
    rm -R ${FOLDER_BACKUP}/${TEMPS}/
    $(call e_info,BACKUP DU ${TEMPS} TERMINÉ !
[ ${SERVICE_NAME}_bkp_${TEMPS}.tar])

```

```

backup-cron: maintenance-on backup-cron-run maintenance-off
backup-cron-run: check_username check_dbname

    mkdir -p ${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}
    echo "$(VERSION_APP)" >> ${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/README.md
    echo "$(VERSION_BDD)" >> ${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/README.md
    $(call e_info,USERNAME_BDD : ${USERNAME_BDD})
    docker exec $(C_BDD_NAME) pg_dump -U ${USERNAME_BDD} -c --if-exists
$(DB_NAME) > ./${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/dump_${(TEMPS)}.sql && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/modules/ - >
${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/modules_${(TEMPS)}.tar && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/sites/ - >
${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/sites_${(TEMPS)}.tar && \
    docker cp $(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/themes/ - >
${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/themes_${(TEMPS)}.tar && \
    tar -cvf ${FOLDER_BACKUP}/${(SERVICE_NAME)}_bkp_${(TEMPS)}.tar
${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/ && \
    rm -R ${FOLDER_BACKUP}/${(TEMPS)}/
    mv ${FOLDER_BACKUP}/${(SERVICE_NAME)}_bkp_${(TEMPS)}.tar
/home/guy/his/archive-automate/transfert/
    $(call e_info,BACKUP DU ${(TEMPS)} TERMINÉ !
[`${(SERVICE_NAME)}_bkp_${(TEMPS)}.tar`])
backup-context:

    mkdir -p ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}
    cp docker-compose.yml ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp Makefile ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp .env ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r app ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r bd ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r docs ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r drush ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r portail.conf ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r porte ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r secret ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cp -r sprint ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(TEMPS)}/
    cd ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT} && \
    tar -cvf ${FOLDER_BACKUP_CONTEXT}/${(SERVICE_NAME)}_context_${(TEMPS)}.tar ${(TEMPS)} && \
    rm -r ${(TEMPS)}

    $(call e_info,Backup du contexte terminé
[`${(SERVICE_NAME)}_context_${(TEMPS)}.tar`] !)

```

```

build-up: backup-context
    docker compose up -d --build
    $(call e_info,$(SERVICE_NAME) créé et activé !)

down:
    docker compose down && \
    docker volume rm $$$(docker volume ls -q -f name=${C_PREFIX})
    $(call e_info,$(SERVICE_NAME) désactivée et volumes supprimés !)

restore:
    echo "*****\n" \
    "***** $(ECHO_YELLOW_BOLD) RESTORE$(ECHO_NEUTRE) \
    *****\n" \
    "*****\n" \
    "$(ECHO_YELLOW_BOLD)Vous desirez restaurer :\n" \
    "1- Tout\n" \
    "2- $(C_DRUPAL)\n" \
    "3- Database\n$(ECHO_NEUTRE)" && \
    read -p "Indiquez votre choix : " RESTORE_TYPE && \
    if [ $$RESTORE_TYPE = "1" ]; then \
        $(MAKE) restore-run; \
    elif [ $$RESTORE_TYPE = "2" ]; then \
        $(MAKE) drupal-restore-html; \
    elif [ $$RESTORE_TYPE = "3" ]; then \
        $(MAKE) database-restore; \
    fi

restore-run: maintenance-on select-backup drupal-cache-rebuild
maintenance-off

up: backup-context
    docker compose up -d
    $(call e_info,$(SERVICE_NAME) activé !)

upgrade: maintenance-on backup backup-context rm-html build-up drupal-
restore-html-run drupal-cache-rebuild maintenance-off

# -----
# ----- DRUPAL -----
# -----

cp-settings:

```

```

    docker cp ./settings.php
$(C_DRUPAL_NAME):/var/www/html/sites/default/
    docker exec $(C_DRUPAL_NAME) chown www-data:www-data
/var/www/html/sites/default/settings.php

drupal-add-user: validate-add-user
    docker compose exec ${C_DRUPAL} mkdir -p /opt/drupal/drush-script-
user; \
    docker cp ./drush/create_user.php
${C_DRUPAL_NAME}:/opt/drupal/drush-script-user/; \
    docker cp ./drush/new_users.yaml
${C_DRUPAL_NAME}:/opt/drupal/drush-script-user/; \
    docker compose exec ${C_DRUPAL} drush php:script create_user --
script-path="/opt/drupal/drush-script-user"; \
    docker compose exec ${C_DRUPAL} rm -r /opt/drupal/drush-script-user
$(call e_info,Ajout des utilisateurs terminé !)

drupal-cache-rebuild:
    docker compose exec ${C_DRUPAL} drush cache:rebuild
$(call e_info,'Cache de l\'application $(C_DRUPAL) construit !')

drupal-down:
    docker compose rm -fs ${C_DRUPAL}
$(call e_info,'Suppression du container de l\'application
$(C_DRUPAL) !')

drupal-restart: drupal-stop drupal-start

drupal-restore-html: maintenance-on drupal-restore-html-run drupal-
cache-rebuild maintenance-off

drupal-restore-html-run:
    ARCHIVE_LATEST=$(ls -Art ${FOLDER_BACKUP}/*.tar |tail -n 1)
$(call e_debug,"ARCHIVE_LATEST = "${ARCHIVE_LATEST})
    ARCHIVE_LATEST=${ARCHIVE_LATEST#"bkp/"}
    TPS=${ARCHIVE_LATEST#"${SERVICE_NAME}_bkp_"}
$(call e_debug,"TPS.tar = "${TPS})
    TPS=${TPS%".tar"}
$(call e_debug,"TPS = "${TPS})
    docker cp - ${C_DRUPAL_NAME}:/tmp/ <
${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_LATEST} && \
    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${TPS}/modules_${TPS}.tar" >> restore.log

```

```

    docker compose exec ${C_DRUPAL} chmod 777 /var/www/html/sites >>
restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${${TPS}}/sites_${${TPS}}.tar" >> restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} chmod 755 /var/www/html/sites >>
restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${${TPS}}/themes_${${TPS}}.tar" >> restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "rm -r /tmp/${FOLDER_BACKUP}"
>> restore.log

    $(call e_info,"Veuillez contrôler si l'url est la bonne")

    docker compose start ${C_VIM} && \

    docker compose exec ${C_VIM} /bin/bash -c "cat
/var/www/html/sites/default/settings.php | grep 'disp[\]-lab[\]\.fr'"

    $(call e_info,"Veuillez contrôler si le host de la base de données
est le bon")

    docker compose exec vim /bin/bash -c "cat
/var/www/html/sites/default/settings.php | grep 'database_1'" && \

    docker compose stop ${C_VIM}

    $(call e_info,"Restauration des fichiers drupal !")

    $(call e_question,"Voulez-vous contrôler la configuration de
${C_DRUPAL} [O \ (default)\ /n] ?")

    read ANSWER_CONTROL && \

    if [ ${${ANSWER_CONTROL},-O} = "O" ]; then \

        $(MAKE) vim-drupal-settings; \

    fi

drupal-restore-html-only: check_archive

    docker cp - ${C_DRUPAL_NAME}:/tmp/ <
${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE} && \

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE_DATE}/modules_${ARCHIVE_RESTORE
_DATE}.tar" >> restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} chmod 777 /var/www/html/sites >>
restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE_DATE}/sites_${ARCHIVE_RESTORE_D
ATE}.tar" >> restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} chmod 755 /var/www/html/sites >>
restore.log

```



```

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "cd /var/www/html/; tar -xvf
/tmp/${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE_DATE}/themes_${ARCHIVE_RESTORE_
DATE}.tar" >> restore.log

    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh -c "rm -r /tmp/${FOLDER_BACKUP}"
>> restore.log

    $(call e_info,"Restauration terminée des fichiers !")
    $(call e_question,"Voulez-vous contrôler la configuration de
${C_DRUPAL} [O \ (default)\ /n] ?")

    read ANSWER_CONTROL && \
    if [ ${ANSWER_CONTROL:-O} = "O" ]; then \
        $(MAKE) vim-drupal-settings; \
    fi

drupal-start:
    docker compose start ${C_DRUPAL}
    $(call e_info,"Container ${C_DRUPAL} démarré !")

drupal-stop:
    docker compose stop ${C_DRUPAL}
    $(call e_info,"Container ${C_DRUPAL} arrêté !")

exec:
    docker compose exec ${C_DRUPAL} sh
    $(call e_info,"Exécution du container ${C_DRUPAL} terminé !")

maintenance-off:
    docker compose exec ${C_DRUPAL} drush state:set
system.maintenance_mode 0 --input-format=integer
    $(call e_info,"Mode maintenance désactivé !")

maintenance-on:
    docker compose exec ${C_DRUPAL} drush state:set
system.maintenance_mode 1 --input-format=integer
    $(call e_info,"Mode maintenance activé !")

restart-drupal:
    docker compose stop ${C_DRUPAL} && docker-compose start ${C_DRUPAL}

rm-html: server-down drupal-down vim-down
    docker volume rm $$ (docker volume ls -q -f
name=${C_PREFIX}${C_DRUPAL})
    $(call e_info,"Suppression des volumes contenant les fichiers php,
...")

validate-add-user:

```

```

    echo "Vous allez ajouter de nouveaux utilisateurs, le contenu du
fichier est le suivant : \

***** \
***** $(FILE_NEW_USER) ***** \
***** \
$(YAML_NEW_USERS) \
***** \
***** END ***** \
***** \

Confirmez-vous qu'il s'agit des utilisateurs que vous désirez créer
(o/n) ?"

read ans

[ ${ans:-N} = o ] || ($(call e_info, "Arrêt du processus d'ajout
des utilisateurs !"); exit 9)

# -----
# ----- MANAGE FILES -----
# -----

vim:

    docker compose start ${C_VIM} && \
    docker compose exec ${C_VIM} bash && \
    docker compose stop ${C_VIM}

    $(call e_info, "Fin de l'utilisation de ${C_VIM} !")
vim-drupal-settings: vim-start vim-drupal-settings-only vim-stop
drupal-restart
vim-drupal-settings-only:

    docker compose exec ${C_VIM} chmod 774
/var/www/html/sites/default/settings.php
    docker compose exec ${C_VIM} vi
/var/www/html/sites/default/settings.php && \
    docker compose exec ${C_VIM} chmod 444
/var/www/html/sites/default/settings.php

    $(call e_info, "Modification de la configuration de drupal terminé
!")

vim-down:

    docker compose rm -fs ${C_VIM}

    $(call e_info, "Supression du container ${C_VIM_NAME}.")
vim-start:

    docker compose start ${C_VIM}

```

```

    $(call e_info,"Le contanier de l\'application ${C_VIM} a démarré
!")
vim-stop:
    docker compose stop ${C_VIM}
    $(call e_info,"Le contanier de l\'application ${C_VIM} est arrêté
!")

# -----
# -----  SERVER -----
# -----

server-down:
    docker compose rm -fs ${C_SERVER}
    $(call e_info,"Supression du container ${C_SERVER_NAME}.")

server-test-config:
    docker compose exec ${C_SERVER} -t
    $(call e_info,"Le test de la configuration du service ${C_SERVER} a
été réalisé !")

server-restart:
    docker compose exec ${C_SERVER} -s reload
    $(call e_info,"Le chargement de la configuration du service
${C_SERVER} a été réalisé !")

# -----
# -----  DATABASE -----
# -----

database-exec: check_dbname
    docker compose exec ${C_BDD} psql -U ${DB_NAME}

database-restore: maintenance-on database-restore-run maintenance-off
database-remove-full:
    docker compose rm -sf ${C_BDD} && \
    docker volume rm $$ (docker volume ls -q -f
name=${C_PREFIX}${C_BDD})
    $(call e_info,"Le service ${C_BDD} a été entièrement supprimé !")

database-up:
    docker compose up -d ${C_BDD}
    $(call e_info,"Le service ${C_BDD} a été activé et démarré !")

database-restore-run: database-remove-full database-up
    ARCHIVE_LATEST=$(ls -Art ${FOLDER_BACKUP}/*.tar |tail -n 1) && \
    ARCHIVE_LATEST=${ARCHIVE_LATEST#"${FOLDER_BACKUP}/"} && \

```

```

echo "\e[33m\e[1m>>>> ARCHIVE_LATEST : "${ARCHIVE_LATEST}"\e[0m"
&& \
TPS=${ARCHIVE_LATEST#"${SERVICE_NAME}_bkp_"} && \
echo "\e[33m\e[1m>>>> TPS.tar : "${TPS}"\e[0m" && \
TPS=${TPS%".tar"} && \
echo "\e[33m\e[1m>>>> TPS : "${TPS}"\e[0m" && \
docker cp - ${C_BDD_NAME}:/tmp/ <
${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_LATEST}
$(call e_question,"Quel est l'utilisateur de la base de données de
POSTGRESQL pour le service ${C_BDD_NAME} ?")
read USERNAME_DB && \
$(call e_info,"Username db : ${USERNAME_DB}") && \
docker compose exec ${C_BDD} sh -c 'psql -U '${USERNAME_DB}' -f
/tmp/'${FOLDER_BACKUP}'/'${TPS}'/dump_`${TPS}`.sql' > bdd-
restore.result && \
vi bdd-restore.result && \
rm bdd-restore.result && \
$(call e_info,"Base de données restaurée !")
database-restore-run-only: check_archive check_username
docker cp - ${C_BDD_NAME}:/tmp/ <
${FOLDER_BACKUP}/${ARCHIVE_RESTORE}
docker compose exec ${C_BDD} sh -c 'psql -U '${USERNAME_BDD}' -f
/tmp/'${FOLDER_BACKUP}'/'${ARCHIVE_RESTORE_DATE}'/dump_`${ARCHIVE_RESTORE_DATE}`.sql' > bdd-restore.result
vi bdd-restore.result
rm bdd-restore.result
$(call e_info,"Base de données restaurée !")

```

9.5 L'annexe E : Script de sauvegarde du contexte de déploiement

```

#!/bin/bash
date_log=$(date +"%Y_%m_%d-%H_%M_%S")
path_project="/home/guy/his/archive-automate/"
path_transfert="${path_project}transfert/"
path_log="${path_project}/log/"
log_filename="${path_log}${date_log}_context_vitrine.log"
echo "[`date +"%Y-%m-%d %H:%M:%S.%3N"`] Start de la sauvegarde." >>
"$log_filename"
cd /home/guy/his/vitrine/
tar --exclude=".git" --exclude="vitrine" --exclude="bkp" -cvf
"${path_transfert}context_vitrine_${date_log}.tar" .

```

```
echo "`date +%Y-%m-%d %H:%M:%S.%3N`" ] Fin de la sauvegarde." >>
"$log_filename"
```

9.6 L'annexe F : Script de sauvegarde des données

```
#!/bin/bash
date_log=$(date +%Y-%m-%d-%H_%M_%S")
path_project="/home/guy/his/archive-automate/"
path_log="${path_project}/log/"
log_filename="${path_log}${date_log}_vitrine.log"
echo "`date +%Y-%m-%d %H:%M:%S.%3N`" ] Start de la sauvegarde." >>
"$log_filename"
cd /home/guy/his/vitrine/
make backup-cron USERNAME_BDD="displab" DB_NAME="displab"
echo "`date +%Y-%m-%d %H:%M:%S.%3N`" ] Fin de la sauvegarde." >>
"$log_filename"
```

9.7 L'annexe G : Fichier de configuration Docker Compose pour le service de discussion instantanée

```
version: "3.7"

services:
  db:
    image: disp/postgres:${ENV_IMAGE_DB_VERSION}
    restart: unless-stopped
    logging:
      driver: "json-file"
      options:
        max-size: "200k"
        max-file: "10"
    security_opt:
      - no-new-privileges:true
    pids_limit: 100
    volumes:
      - db_data:/var/lib/postgresql/data
      - db_share:/usr/share/postgresql/
      - db_env:/etc/wal-e.d/env
    environment:
      DB_SECRET: pg_secret
      DB_EXTENSION: ${DB_EXTENSION}
    networks:
```

```

- net-inter-service

secrets:
  - pg_secret

app:
  depends_on:
    - db
  pids_limit: 1000
  build:
    context: ${ENV_SERVICE_FOLDER}
    args:
      - ARG_BUILD_IMAGE_NAME=${ENV_IMAGE}
      - ARG_BUILD_IMAGE_VERSION=${ENV_VERSION_IMAGE}
  restart: unless-stopped
  logging:
    driver: "json-file"
    options:
      max-size: "200k"
      max-file: "10"
  volumes:
    - app_config:/mattermost/config:rw
    - app_data:/mattermost/data:rw
    - app_logs:/mattermost/logs:rw
    - app_plugins:/mattermost/plugins:rw
    - app_client-plugins:/mattermost/client/plugins:rw
  environment:
    - TZ=${ENV_TZ}
    - POSTGRES_SECRET=pg_secret
    - MM_SERVICESETTINGS_SITEURL=https://${ENV_URL}
  networks:
    - net-inter-service
    - net-auth
  secrets:
    - pg_secret

web:
  build: web
  expose:
    - 80
    - 443
  read_only: true

```

```
restart: unless-stopped
logging:
  driver: "json-file"
  options:
    max-size: "200k"
    max-file: "10"
volumes:
  - web_run:/var/run
  - web_conf:/etc/nginx/conf.d/
  - web_cache:/var/cache/nginx/
networks:
  - net-porte
  - net-inter-service
environment:
  TZ: ${ENV_TZ}
  APP_HOST: ${ENV_APP_NAME}
  LETSENCRYPT_HOST: ${ENV_URL}
  LETSENCRYPT_EMAIL: administrateur@disp-lab.fr
  NETWORK_NAME: net-services
  VIRTUAL_HOST: ${ENV_URL}
vim:
  image: disp/vim
  tty: true
  command: bash
volumes:
  - app_client-plugins:/mattermost/client/plugins:rw
  - app_config:/mattermost/config:rw
  - app_data:/mattermost/data:rw
  - app_logs:/mattermost/logs:rw
  - app_plugins:/mattermost/plugins:rw
  - db_data:/var/lib/postgresql/data
  - db_env:/etc/wal-e.d/env
  - db_share:/usr/share/postgresql/
  - web_cache:/var/cache/nginx/
  - web_conf:/etc/nginx/conf.d/
  - web_run:/var/run
networks:
  net-porte:
    external: true
```

```

    name: net-services
net-auth:
  external: true
  name: net-ldap
net-inter-service:
  driver: bridge
volumes:
  app_client-plugins:
  app_config:
  app_data:
  app_logs:
  app_plugins:
  db_data:
  db_env:
  db_run:
  db_share:
  web_cache:
  web_conf:
  web_run:
secrets:
  pg_secret:
    file: ./secret/postgresql.secret

```

9.8 L'annexe H : Verbatim des retours d'expériences des membres du laboratoire

9.8.1 Les retours écrits

Prénom	Titre	Retour
NOM		

Anne-Laure LADIER	Maître de Conférence	<p>Les différents services numériques du laboratoire facilitent véritablement le travail et les interactions au quotidien. J'utilise régulièrement l'IRC qui me permet d'échanger avec les collègues du laboratoire sans pour autant surcharger ma boîte mail ; l'outil permet aussi des interactions plus directes et naturelles qu'un email.</p> <p>La gestion par tickets des différents actes administratifs (commandes, ordre de mission, état de frais) est aussi une véritable plus-value pour regrouper l'information en un seul endroit, suivre l'avancée des dossiers et garder une vue d'ensemble. Je suis tellement convaincue par ce service que j'aimerais parvenir au déploiement d'une solution équivalente dans ma composante d'enseignement. Enfin, la mise à disposition d'un espace de travail collaboratif, qui me permet d'échanger des fichiers avec des collègues en interne comme en externe, encore une fois sans surcharger ma boîte mail, est vraiment précieux. La tentation d'utiliser Google Drive a presque complètement disparu, ce qui sécurise et facilite le stockage et l'archivage des données de recherche au niveau du laboratoire. Par ailleurs, il me semble que proposer un espace partagé disp-lab pour travailler avec des collègues extérieurs (qu'ils soient industriels ou enseignants-chercheurs d'autres laboratoires) est aussi très positif pour l'image du DISP à l'échelle nationale.</p>
Taha ARBAHOUI	Chair Professeur Junior	<p>Depuis mon arrivée en septembre 2023, j'ai beaucoup apprécié tous les moyens et les systèmes d'informations du laboratoire.</p> <p>Premièrement, le drive NextCloud nous permet de collaborer en interne et avec nos collaborateurs externes. De plus, le système de gestion de tickets est le meilleur que j'ai vu durant ma carrière. Je ne peux pas tout citer mais le site du labo, la gestion du serveur, l'accompagnement, ... c'est vraiment super !</p> <p>Cela nous fait plaisir, tous, d'avoir un tel système d'information !</p> <p>Merci Guy !!</p>

<p>Vincent CHEUTET</p>	<p>Professeur des Universités et directeur du DISP</p>	<p>A mon arrivée en 2014, le laboratoire n'avait que peu d'outils dédiés et dépendait énormément des possibilités offertes par ses tutelles, qui étaient différentes et sans interopérabilité, et par le bouche-à-oreille entre collègues. Les services mis en place par Guy GENESTOUX depuis 2018 ont permis d'avoir une vraie base laboratoire. L'intranet (NextCloud) m'a fortement simplifié le partage de données que ce soit globalement au sein du laboratoire, entre membres (internes et d'autres laboratoires) de projet. J'utilise aussi beaucoup la solution Mattermost pour des échanges entre collègues qui ne sont ni urgents ni formels, ce qui à la fois me libère du mail et permet malgré tous des échanges plus rapides, surtout avec les collègues des autres sites ou quand je suis en déplacement. Bref c'est un vrai plaisir !</p>
<p>Matthieu GUILLOT</p>	<p>Maître de Conférence</p>	<p>Salut Guy, Alors mon retour. Déjà une remarque générale, je trouve que le SI est super développé pour la taille du labo. Les démarches sont simples et tu es très bien identifié comme la personne vers qui se tourner quand on a un problème/une demande. Sur les outils spécifiques, j'utilise l'IRC et GitLab, mais pas NextCloud, ou très peu. L'IRC est extrêmement pratique, et je l'utilise quotidiennement pour des question/réponses rapides qui encombreraient les boîtes mail. GitLab je trouve que c'est super d'en avoir un. Je m'en sers à la fois pour partager mes projets (principalement du dév) mais aussi comme sauvegarde personnelle (je suis parfois seul sur les projets, ou au moins seul à développer). Personnellement je suis très content de pouvoir me passer d'autres moyens de sauvegarde (Dropbox, ...) et d'avoir un outil "universitaire". Voilà, donc globalement extrêmement satisfait du SI, et j'en profite pour te remercier parce que ça doit être un gros boulot et ça facilite grandement le nôtre.</p>

Jannik LAVAL	Maître de Conférence - HDR	D'une manière générale, j'utilise les outils proposés dans les institutions que je fréquente. La véritable problématique est d'utiliser les mêmes outils que les collègues.
		Au DISP, et grâce au travail de Guy sur le système d'information, les outils sont adaptés à nos besoins et permettent d'éviter la multiplication des outils.
		Le GitLab permet d'avoir un espace dédié, et maintenu par le laboratoire pour le code source. J'utilise la messagerie instantanée Mattermost tous les jours comme outils de communication principale avec les différents membres du laboratoire.
		Le travail effectué sur le système d'information améliore grandement notre productivité.

9.8.2 La retranscription des retours oraux

Prénom NOM	Titre	Retour
Thibaud MONTEIRO	Professeur des Universités	Je suis satisfait de l'ensemble avec un léger regret de ce nouveau canal d'échange qui est l'irc. Je préfère tout centraliser dans mes emails.
Valérie BOTTA- GENOULAZ	Professeur des Universités	Je trouve que nous avons perdu de l'humain avec les tickets. De plus, je trouve l'ergonomie du logiciel pour les tickets n'est pas adapté. L'intranet a des avantages pour le partage seulement il faudrait plus d'accompagnement sur ces possibilités.

10 La bibliographie

- [1] « ArchiMate 3.2 Specification ». Consulté le: 5 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate32-doc.singlepage/>
- [2] « Chapitre III : Les unités de recherche (Article L313-1) - Légifrance ». Consulté le : 5 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006071190/LEGI_SCTA000018052632/2023-01-01
- [3] M. Bennett, « The Zachman Framework Evolution by: John P. Zachman ». Consulté le : 5 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://zachman-feac.com/resources/ea-articles-reference/175-the-zachman-framework-evolution>
- [4] A.-W. Scheer et M. Nüttgens, « ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management », in *Business Process Management, Models, Techniques, and Empirical Studies*, W. M. P. van der Aalst, J. Desel, et A. Oberweis, Éd., in Lecture Notes in Computer Science, vol. 1806. Springer, 2000, p. 376-389. doi: 10.1007/3-540-45594-9_24.
- [5] « TOGAF | www.opengroup.org ». Consulté le : 5 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.opengroup.org/togaf>
- [6] « nginx ». Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://nginx.org/en/>
- [7] « Automated Nginx Reverse Proxy for Docker · ». Consulté le : 3 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <http://jasonwilder.com/blog/2014/03/25/automated-nginx-reverse-proxy-for-docker/>
- [8] E. Rescorla, « The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3 », Internet Engineering Task Force, Request for Comments RFC 8446, août 2018. doi: 10.17487/RFC8446.
- [9] « Let's Encrypt ». Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://letsencrypt.org/>
- [10] « nginx-proxy/acme-companion ». nginx-proxy, 8 juin 2024. Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://github.com/nginx-proxy/acme-companion>
- [11] « Découvrir l'ANSSI | ANSSI ». Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://cyber.gouv.fr/decouvrir-lanssi>

- [12] « 34 Linux Server Security Tips & Checklists for Sysadmins | Process Street | Checklist, Workflow and SOP Software ». Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.process.st/server-security/>
- [13] M. Pandey, « 10 steps to secure Linux Server for Production Environment », Viithiisys. Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://medium.com/viithiisys/10-steps-to-secure-linux-server-for-production-environment-a135109a57c5>
- [14] « Best practices for hardening new sever in 2017 | DigitalOcean ». Consulté le : 9 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.digitalocean.com/community/questions/best-practices-for-hardening-new-sever-in-2017>

11 La liste des figures

Figure 1 : Organigramme par type de postes et rôles	9
Figure 2 : Organisation des instances du laboratoire	9
Figure 3 : Répartition des rôles parmi les membres du laboratoire	10
Figure 4 : Répartition des membres par poste.....	11
Figure 5 : Localisation géographique du laboratoire.....	12
Figure 6 : Présentation des parties prenantes avec les moteurs de décisions	16
Figure 7 : Ajout des objectifs à la présentation précédente	16
Figure 8 : Présentation des objectifs du projet.....	18
Figure 9 : Présentation des contraintes du projet	23
Figure 10 : Présentation du cadre de base d'ArchiMate (https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/images/fig-ArchiMate-Core-Framework.png)	30
Figure 11 : Présentation des fichiers, des images Docker, des réseaux et des conteneurs composant le reverse proxy	37
Figure 12 : Processus de déploiement d'un nouveau service numérique.....	44
Figure 13 : Processus de mise à jour d'un service numérique	45
Figure 14 : Processus de transfert de serveur.....	46
Figure 15 : Présentation général d'un service numérique déployé sur notre infrastructure.....	48
Figure 16 : Présentation des éléments techniques du template pour déployer un service numérique	49
Figure 17 : Présentation techniques des éléments constituant le service numérique vitrine.....	57
Figure 18 : Présentation techniques des éléments constituant le service numérique de discussion instantanée	58
Figure 19 : Processus décrivant le fonctionnement du programme user_management.py.....	62
Figure 20 : Présentation des liens entre les services de l'application User management et des autres services numériques	63

12 La liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre machines virtuelles et conteneurs	34
Tableau 2 : Comparaison des logiciels de conteneurisation.....	42

Présentation d'une démarche pour optimiser la mise en œuvre d'un système d'information pour un laboratoire de recherche publique. Mémoire d'ingénieur C.N.A.M., Aix en Provence 2024.

RÉSUMÉ

Un laboratoire de recherche publique se distingue des organisations à but lucratif par trois aspects : son objectif de découverte et transmission des connaissances, sa structure d'association de chercheurs, et sa responsabilité envers plusieurs instituts.

L'optimisation de son système d'information reste peu traitée dans les publications, d'où l'intérêt de ce mémoire.

L'approche comprend une cartographie du système d'information et sa réalisation, couvrant les aspects métier, logiciel et technologie.

L'adoption de la virtualisation par conteneurs avec Docker est mentionnée, ainsi que les défis liés à leur utilisation par des équipes restreintes. Le projet vise à libérer du temps les chercheurs. Des solutions comme l'automatisation de la gestion des services numériques et la mise en place d'outils collaboratifs sont proposées.

Les défis techniques et organisationnels sont abordés, notamment la gestion en solitaire du projet et la documentation. Les retours d'expérience des membres du laboratoire sont globalement positifs.

En conclusion, cette démarche d'optimisation du système d'information répond aux besoins spécifiques des laboratoires de recherche publique, améliorant l'efficacité et la collaboration tout en permettant aux chercheurs de se concentrer sur leurs travaux scientifiques.

Mots clés : système d'information, urbanisation, virtualisation, automatisation, ArchiMate, Docker, Laboratoire de recherche publique.

SUMMARY

A public research laboratory distinguishes itself from for-profit organizations in three aspects: its objective of discovering and transmitting knowledge, its structure as an association of researchers, and its responsibility towards multiple institutes.

The optimization of its information system remains little addressed in publications, hence the interest of this thesis.

The approach includes mapping the information system and its implementation, covering business, software, and technology aspects.

The adoption of container virtualization with Docker is mentioned, as well as the challenges related to its use by small teams.

The project aims to free up time for researchers. Solutions such as automating the management of digital services and implementing collaborative tools are proposed. Technical and organizational challenges are addressed, particularly the solitary management of the project and documentation. Feedback from laboratory members is positive.

In conclusion, this approach to optimizing the information system meets the specific needs of public research laboratories, improving efficiency and collaboration while allowing researchers to focus on their scientific work.

Key words: information system, enterprise architecture, virtualization, automation, ArchiMate, Docker, public research laboratory